GRAN ENCICLOPEDIA INFORMATICA

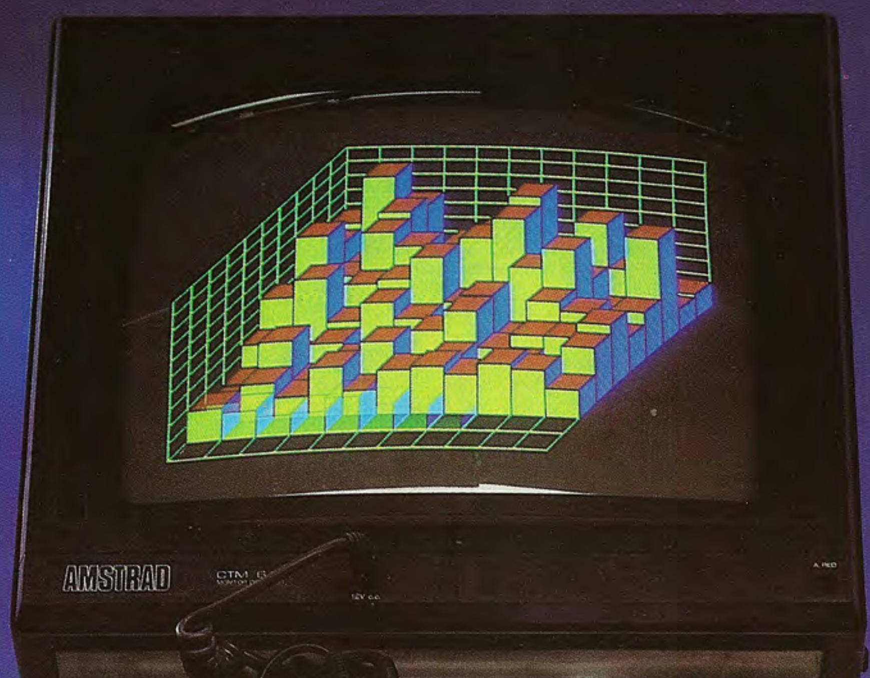


INFORMATICA BASICA/ 1

EDICIONES NUEVA LENTE

GRAN ENCICLOPEDIA INFORMATICA

EDICIONES NUEVA LENTE


AMSTRAD
CTM


AMSTRAD 128k Colour Personal Computer
DISC DRIVE
KEY NUMBERS
MASTER COLOUR CHART
CPC6128


AMSTRAD 72k ORDENADOR PERSONAL EN COLOR
CPC 472 COLOR
COPIA
MONITOR
ORDENADOR
REC
PLAY
REW
F.F.
STOP EJECT
PAUSE

SUMARIO

Una publicación:
Ediciones Nueva Lente, S. A.

Director editor: MIGUEL J. GOÑI

Director de producción: SANTOS ROBLES.

Director de la obra: FRANCISCO LARA.

Colaboradores: PL/3 - MANUEL MUÑOZ - ANGEL MARTINEZ - MIGUEL DE ROSENDO - DAVID SANTAOLALLA - SANTIAGO RUIZ - LUIS COCA - MIGUEL ANGEL VILA - MIGUEL ANGEL SANCHEZ - VICENTE ROBLES.

Diseño: BRAVO/LOFISH.

Ilustración: JOSE OCHOA.

Fotografía: (Equipo Gálata) - ALBINO LOPEZ y EDUARDO AGUDELO.

Ediciones Nueva Lente, S. A.:
Dirección y Administración: Benito Castro, 12. 28028 Madrid. Tel.: 245 45 98.

Números atrasados y suscripciones:
Ediciones Ingelek, S. A.
Plaza de la Rep. Ecuador, 2 - 1.°. 28016 Madrid.
Tel.: 250 58 20.

Plan general de la obra: 18 tomos monográficos de aparición quincenal.

Distribución en España: COEDIS, S. A. Valencia, 245. Tel.: 215 70 97. 08007 Barcelona.

Delegación en Madrid: Serrano, 165. Tel.: 411 11 48.

Distribución en Chile: Alfa Ltda.

Importador exclusivo Cono Sur: CADE, SRL. Pasaje Sud América, 1532. Tel.: 21 24 64. Buenos Aires - 1.290. Argentina.

Fotomecánica: OCHOA, S. A.
Miguel Yuste, 32. 28037 Madrid.

Impresión: GRAFICAS REUNIDAS, S. A.
Avda. de Aragón, 56. 28027 Madrid.
ISBN de la obra: 84-7534-184-5.
ISBN del tomo 1:84-7534-185-3.
Printed in Spain
Depósito legal: M. 27.605-1986

Precio de venta al público en Canarias, Ceuta y Melilla: 470 ptas. Septiembre 1986.

El nacimiento de la informática

Generaciones de ordenadores



ntre todas las máquinas que ha inventado el hombre para servirse de ellas, hay una que ha destacado muy por encima de las demás: el ordenador electrónico. Durante muchos años se le ha otorgado el título de «cerebro» y se han empleado innumerables horas en discutir apasionadamente sobre si estas máquinas piensan realmente o no. Sin lugar a dudas, el cerebro humano es mucho más perfecto y eficiente que cualquier máquina de calcular, por muy sofisticada que ésta sea. En lo único que se ve superado el cerebro por la máquina es en la velocidad de cálculo, probablemente de ahí venga su mitificación. La búsqueda de aparatos de apoyo para mejorar dicha velocidad data de tiempos inmemorables.

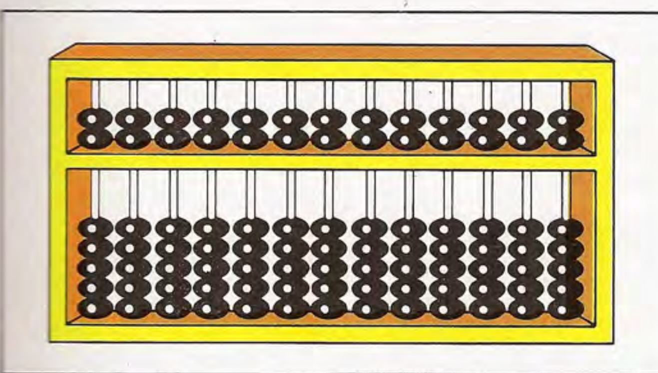
Antecedentes históricos

Si intentamos encontrar el origen de las máquinas de calcular, y no somos demasiado rigurosos en cuanto a las características exigidas para ser consideradas como tales, podemos retroceder varios miles de años, sin poder precisar cuántos, hasta llegar al más elemental de los utensilios destinados a facilitar el cálculo: el ábaco. Aun a pesar de su antigüedad, sigue utilizándose actualmente en algunos países asiáticos, donde tuvo su origen.

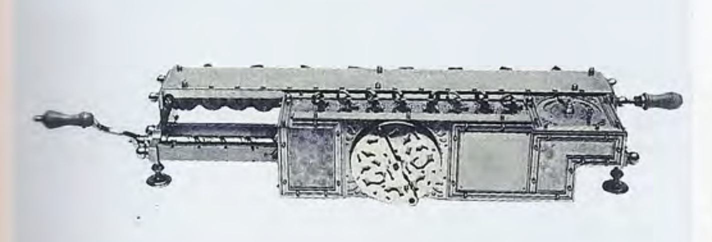
El ábaco está constituido por una tablilla dividida en varias columnas, la situada más a la derecha corresponde a las unidades, la anterior a las decenas, y así sucesivamente.

En cada columna podemos distinguir cinco cuentas elementales y dos cuentas que representan cinco unidades colocadas en la parte superior. Una vez representado un número mediante todos sus dígitos en las columnas apropiadas, para proceder a sumarle otro bastará con ir acumulando dígito a dígito, de forma que si al realizar la adición en alguna de las columnas se llega a tener diez cuentas, éstas se eliminarán y se sumará una cuenta en la columna situada a su izquierda. Con un poco de paciencia y algo de práctica se pueden realizar, con este simple utensilio, adiciones y sustracciones de números grandes a velocidades bastante elevadas.

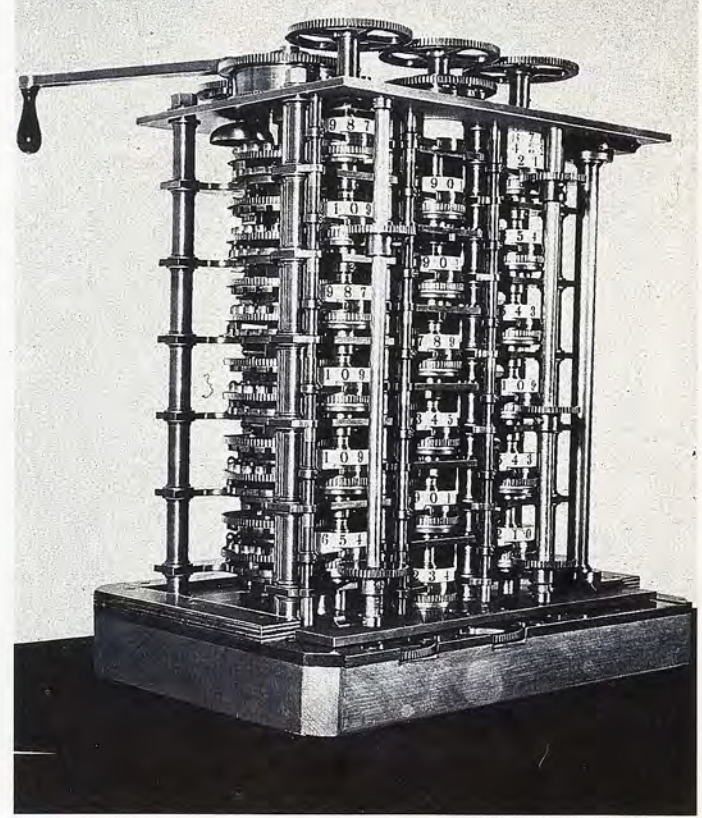
A lo largo de la historia se han inventado otras muchas máquinas que no vamos a considerar como prototipos de los actuales ordenadores por su sencillez, hasta que en el siglo XVII el filósofo y científico francés Blaise Pascal, cuando tan sólo contaba 18 años de edad, inventó su máquina calculadora. La máquina en cuestión estaba construida a partir de un determinado número de rue-



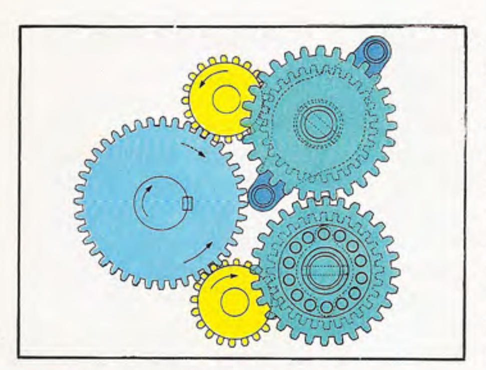
El origen remoto de las máquinas de calcular lo encontramos en el ábaco chino. Artilugio que, aún a pesar de su antigüedad, sigue utilizándose en algunos países asiáticos.



Máquina de calcular diseñada por el matemático alemán Leibniz.



Máquina diferencial de Babbage. Proyecto iniciado en 1823 y abandonado en 1824 para dar paso al desarrollo de su «máquina analítica».



Máquina analítica de Babbage. Zona de engranajes diseñada para efectuar la operación de multiplicar o dividir un número por una potencia cualquiera de diez.

das dentadas (hasta la aparición de los relojes digitales, este tipo de ruedas ha sido el habitual en la industria relojera) de forma que al rodar 10 dientes de la primera rueda, avanzaba un diente de la segunda; al rotar 10 dientes de la segunda, avanzaba un diente de la tercera, y así sucesivamente. Evidentemente, dicha máquina sólo servía para sumar y restar; además, su utilización era tan farragosa que no suponía ninguna ventaja práctica respecto al cálculo manual, más bien todo lo contrario.

La máquina diseñada por Pascal sirvió de base para la que un siglo más tarde construyó el matemático alemán Leibniz. El objetivo de Leibniz era mucho más ambicioso, ya que para él la máquina no era más que un puente entre el enunciado de un problema y su resolución. De alguna forma daba a su máquina el sentido que en la actualidad damos a los algoritmos.

La máquina original de Pascal sólo servía para la adición y la sustracción, la perfeccionada por Leibniz también permitía multiplicar y dividir mediante sumas y restas sucesivas. Para ello utilizaba cilindros con dientes de diferentes longitudes, ajustando por encima de ellos otros engranajes más pequeños, cada uno de los cuales representaba una cifra del multiplicando y estaba situado de forma que cada giro completo del conjunto de engranajes largos registraba una vez el multiplicando, y el multiplicador se expresaba mediante el número de giros de los engranajes largos. Cuando en el siglo XIX se comercializaron las primeras máquinas de calcular, su sistema de funcionamiento estaba basado precisamente en este mecanismo.



Calculadora diseñada y construida por Mattieu Hahn en 1779. Se estima que es la primera máquina de calcular capaz de realizar las cuatro operaciones aritméticas.



Máquina de multiplicar diseñada para realizar la operación directamente, sin recurrir a la repetición de adiciones. Fue construida por Leon Bollée en 1887.



Máquina tabuladora eléctrica de Hollerith patentada en 1889. Dos veces más veloz que las restantes máquinas contemporáneas, la tabuladora eléctrica es la madre de las modernas máquinas de tratamiento de datos. Se utilizó en 1890 para elaborar el censo de los Estados Unidos de América.

Las máquinas de Babbage

Ya en el siglo XIX, el matemático inglés Babbage dio un gran impulso al diseño de máquinas matemáticas, como él mismo las denominaba. Dedicó toda su vida a dichas máquinas y encontró problemas insalvables a la hora de llevar a la práctica sus proyectos, ya que la complejidad mecánica que conllevaban era excesiva para aquella época. Su obsesión por sus máquinas fue tan grande que se convirtió en una persona huraña y amargada, él mismo llegó a afirmar que no había conocido ni un solo día feliz en su vida.

Entre sus innumerables trabajos podemos citar la elaboración de una tabla de logaritmos que obtuvo gran éxito, así como unas tablas de mortandad con las que pretendió popularizar los seguros de vida. En cualquier caso, su principal objetivo era construir máquinas que calculasen e imprimiesen tablas matemáticas. Ideó un pequeño modelo que consistía en 96 ruedas y 24 ejes, al que denominó «máquina diferencial». Babbage estimó necesario tres años para construir dicha máquina para el gobierno británico, pero a medida que avanzaba en su construcción, ideaba nuevos sistemas que hacían inútil todo el trabajo realizado anteriormente. Después de cinco años tuvo que abandonar el trabajo por problemas económicos.

Pronto olvidó el viejo proyecto para iniciar uno nuevo al que denominó «máquina analítica» y que –según él mismo dijo– era «una máquina que se muerde su propia cola», ya que los resultados que producía podían ser utilizados como datos de entrada para un nuevo cálculo.

La máquina analítica estaba diseñada para ser capaz de realizar cualquier operación matemática y se puede considerar como la primera máquina programable, aunque el programa era externo a la máquina. Según el diseño, debía disponer de una memoria capaz de almacenar 1.000 números de 50 cifras, podía utilizar funciones auxiliares que constituían su propia biblioteca, podía comparar números y actuar de acuerdo con el resultado de la comparación; en definitiva, su estructura era muy parecida a la de los primeros ordenadores electrónicos.

Precisamente, su principal limitación era que para su funcionamiento no podía contar con la electrónica, teniendo que conformarse con la mecánica. Toda la información se almacenaba en grandes tarjetas perforadas que contendrían tanto los datos como los programas y el mecanismo de funcionamiento se basaba en alambres, que según pudieran atravesar o no los orificios de las tarjetas, ponían en marcha los engranajes oportunos.

Los fracasos, debidos a la gran complejidad del sistema, fueron continuos y el proyecto quedó abandonado. No obstante, Babbage estaría hoy orgulloso si pudiera comprobar cómo su lógica ha sido adoptada en los modernos ordenadores electrónicos.

Hacia el ordenador actual

El paso decisivo para la construcción de un ordenador electrónico, en el sentido moderno, lo dio Von Neumann ya entrado el siglo XX, al permitir que los programas fuera internos a la máquina. Para ello se valió de los grandes adelantos de la electrónica en esos momentos. En 1944 se construyó el primer ordenador utilizado con fines prácticos: el ENIAC. Como en tantas otras ciencias, este avance vino provocado por las necesidades militares que surgieron con la segunda guera mundial. En 1952 aparecen, sólo a título experimental, los ordenadores MANIAC-I y MANIAC-II. Sin lugar a dudas, podemos afirmar que ese fue el nacimiento de unas máquinas que aún no sabemos, y ni tan siquiera prevemos, hasta dónde pueden llegar.

Generaciones de los ordenadores

Desde que en la primera parte de la década de los cincuenta se empezaron a utilizar los ordenadores con fines comerciales, éstos han evolucionado hasta el punto de que se pueden distinguir tres generaciones distintas y claramente diferenciadas.

El método que nos permite decidir en

Evolución hacia el ordenador electrónico

1642 Pascal diseñó la primera máquina de calcular basada en ruedas dentadas que sólo podía sumar y restar.

1694 El matemático Leibniz diseña una máquina ampliando los estudios de Pascal. Esta calculadora, además de sumar y restar, también multiplicaba, dividía e incluso extraía raíces cuadradas. Debido a la falta de tecnología en esa época la difusión de esta máquina fue escasa.

1822 Babbage establece los principios de funcionamiento de los ordenadores electrónicos en un proyecto de máquina denominada «máquina diferencial», que podía resolver polinomios de hasta 8 términos.

1833 Un nuevo trabajo de Babbage, la «máquina analítica», puede considerarse como un prototipo de los actuales ordenadores electrónicos.

1944 John Von Neuman propone la idea de «programa interno» y desarrolla un fundamento teórico para la construcción de un ordenador electrónico.

1945 Entra en funcionamiento el ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator), su primera utilización fue para la construcción de tablas para el cálculo de trayectoria de proyectiles.

1952 Se construyen los ordenadores MANIAC-I y MANIAC-II, con lo que se termina la prehistoria de la informática.

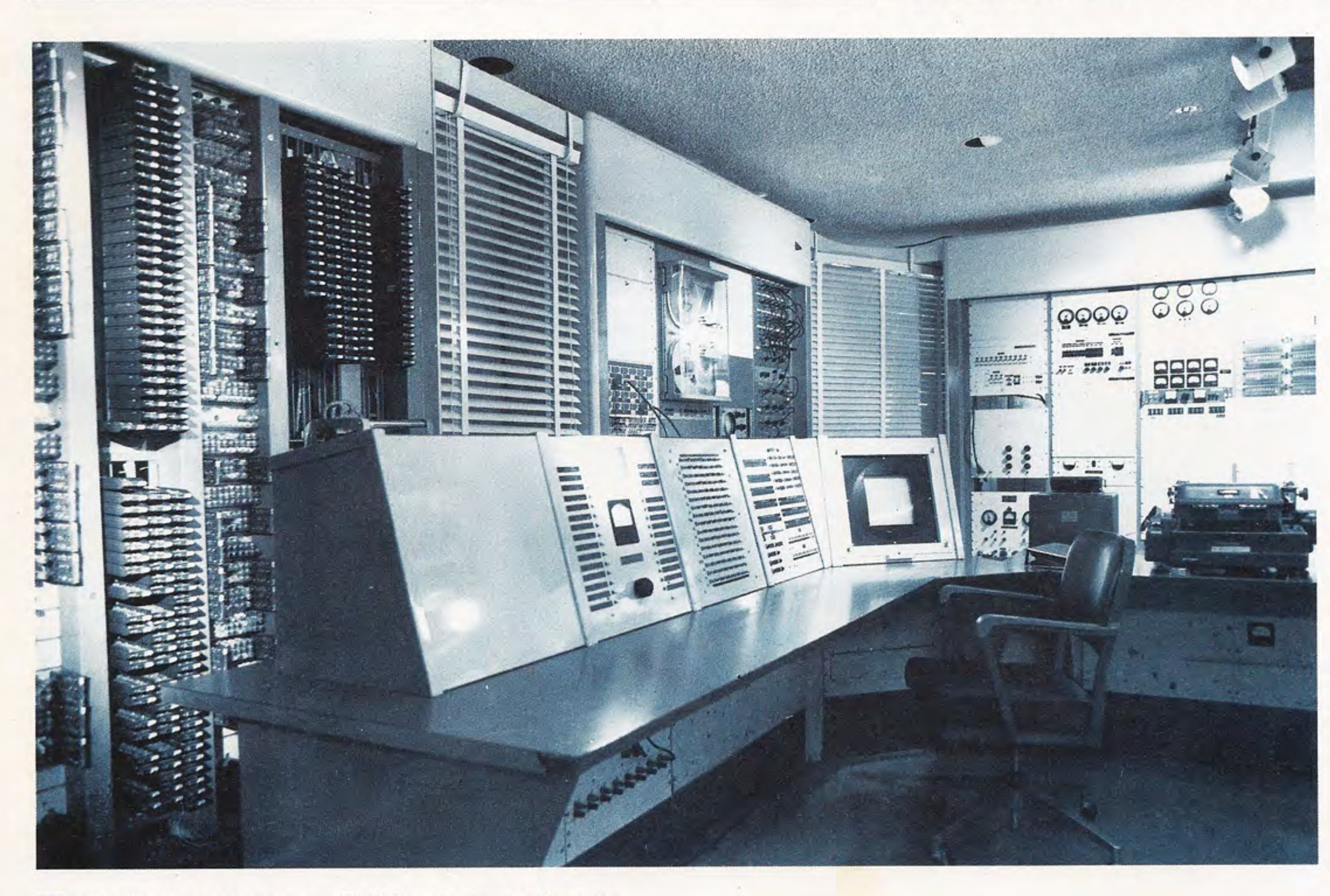
qué momento termina una generación y empieza otra se basa fundamentalmente en dos características: la tecnología empleada para la construcción de los ordenadores y la arquitectura de los sistemas. Describiremos a continuación las diferencias existentes entre las tres generaciones, tanto desde el punto de vista de las características físicas de los equipos, como desde la perspectiva de las dinstintas técnicas de organización y explotación.

ORDEN DE MAGNITUDES TEMPORALES

SUBMULTIPLO DE SEGUNDO	UNIDAD	EQUIVALENCIA EN SEGUNDOS
MILISEGUNDO	ms	10^{-3} SEGUNDOS
MICROSEGUNDO	µs	10^{-6} SEGUNDOS
NANOSEGUNDO	ns	10^{-9} SEGUNDOS
PICOSEGUNDO	ps	10^{-12} SEGUNDOS

Primera generación

Los ordenadores pertenecientes a la primera generación estaban basados fundamentalmente en válvulas electrónicas, por ese motivo su tamaño era muy grande y su mantenimiento complicado; se calentaban rápidamente y esto obligaba a utilizar costosos sistemas de refrigeración. Otra característica de los ordenadores de esta generación era la escasa fiabilidad; por ejemplo, el tiempo medio entre dos averías de una unidad central era inferior a la hora, esto implicaba que para garantizar el buen funcionamiento de un equipo se necesitaba la total dedicación de un grupo de personas encargadas del mantenimiento. Los tiempos de computación de los circuitos fundamentales eran de varios microse-



El MIT Lincoln Laboratory TX-0 fue el primer ordenador transistorizado con programa residente. Sus innovaciones más importantes se centraban en el tubo de rayos catódicos, el lápiz óptico y la memoria.

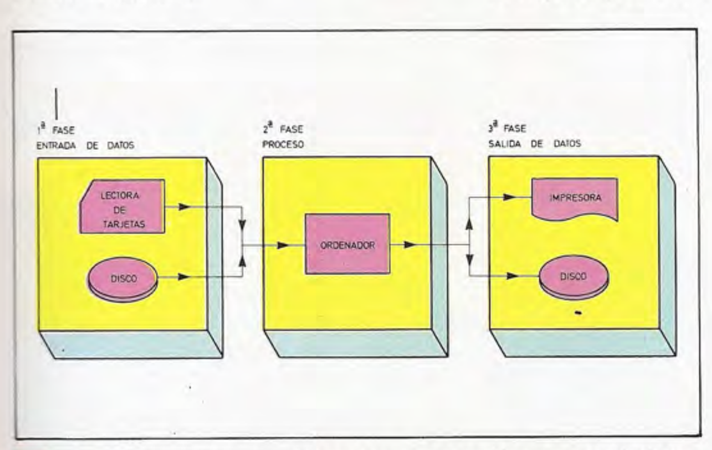
gundos, con lo que la ejecución de programas largos implicaba esperas incluso de varios días.

La forma de ejecutar los trabajos en los ordenadores de esta generación era estrictamente secuencial: el programa, que previamente se había perforado en tarjetas, se cargaba en la memoria del ordenador y, a continuación, se ejecutaba, procesando las instrucciones de entrada de datos desde cualquiera de los dispositivos de que se disponía, las instrucciones de cálculo y las de salida de información. En cada instante el ordenador no se dedicaba más que a una única tarea, por lo que si se estaba realizando un proceso de lectura de fichas perforadas, el resto de los componentes del sistema permanecían ociosos hasta finalizar la lectura.

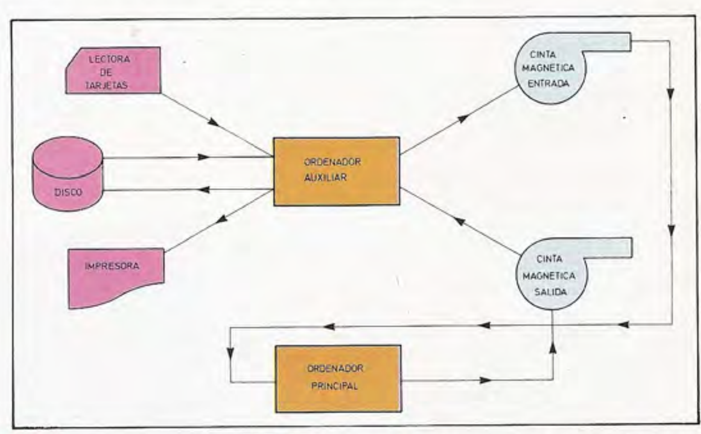
Segunda generación

En los ordenadores de la segunda generación se reemplazaron las válvulas electrónicas por transistores que adoptaban la forma de pequeños paralelepípedos de silicio, con una base de algunas décimas de milímetro cuadrado y una altura de alrededor de 150 micras. Cada uno de ellos iba montado en una cápsula y se ensamblaban con otros componentes, como diodos y resistencias, sobre placas de varias centenas de centímetros cuadrados. Esta innovación supuso una reducción considerable en el tamaño de los ordenadores y un notable incremento en su fiabilidad, de forma que los volúmenes se dividieron aproximadamente por cinco y la fiabilidad se multiplicó por 10. También la velocidad de cálculo aumentó considerablemente.

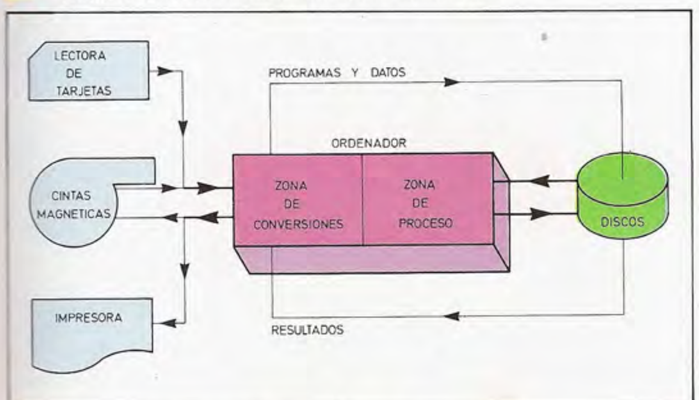
Los órganos más baratos y más lentos de un sistema ordenador son, generalmente, las unidades de entrada y salida; de ahí que no tenga mucho sentido mantener detenidos a los elementos más caros de los sistemas mientras se ejecutan las instrucciones de captura de datos y de presentación de resultados. Los equipos de la segunda generación acometían la resolución de este inconveniente y ofrecían la posibilidad de simultanear el cálculo puro con las operaciones de entrada y salida. Sin embargo, esta simultaneidad sólo era posible dentro de la ejecución de un mismo programa, por lo que, en general, tal alternativa era poco utilizada, con lo que el resultado era una baja amortización de la unidad central respecto a las periféricas.



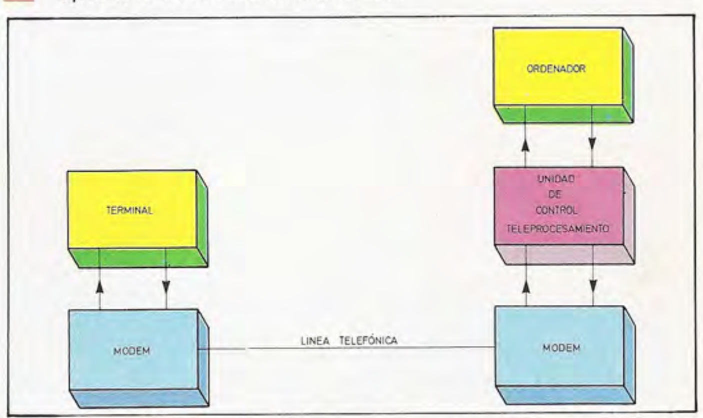
Los ordenadores de la primera generación se caracterizan por ejecutar los programas de forma estrictamente secuencial, es decir, el ordenador sólo era capaz de realizar una sola tarea en cada momento.



La segunda generación de ordenadores surge cuando los transistores reemplazan a las válvulas. Estos nuevos ordenadores eran capaces de simultanear el cálculo con las operaciones de entrada y salida.



Los ordenadores de la tercera generación son capaces de ejecutar varios programas simultáneamente. Para ello la memoria del ordenador está dividida en dos zonas: de «conversiones» y zona de «proceso».



El teleprocesamiento permite al usuario de sistemas informáticos introducir los datos y recibir los resultados de un ordenador situado en cualquier otro lugar, siempre que exista una comunicación remota.

Las generaciones de los ordenadores

El avance de la tecnología empleada en la construcción de los ordenadores y los métodos de explotación de los mismos, han variado notoriamente desde que se empezó a comercializarlos en torno a 1955. Esto ha dado lugar a que podamos distinguir cuatro generaciones distintas de ordenadores. El paso de una generación a otra siempre ha venido marcado por las siguientes características:

1. Miniaturización del tamaño.
2. Fiabilidad (incremento del tiempo medio entre dos fallos).
3. Complejidad (aumento de la capacidad de resolver problemas complicados).
4. Velocidad de cálculo.
5. Sistemas de explotación.

En la primera generación, el sistema operativo sólo permitía trabajar de forma estrictamente secuencial (IBM-704).
En la segunda se repartía la actividad del sistema entre dos ordenadores: uno principal que se ocupaba del cálculo y otro auxiliar para la entrada y salida de datos (IBM-1401).
En la tercera generación se integran todas las tareas en un sistema único. Se puede trabajar con multiprogramación; esto es: el ordenador se ocupa simultáneamente de varios programas. También surge un nuevo e importante concepto: la memoria virtual, que permite optimizar el empleo de la memoria principal (IBM-370).
La cuarta generación ha surgido con los circuitos integrados de alta escala de integración. Algunos autores cuestionan su existencia por no haber sufrido modificación el método de explotación de los grandes equipos. Sin embargo, el importante auge de los miniordenadores y microordenadores, ha supuesto notables modificaciones en el método de explotación.

Más adelante se empezaron a utlizar las cintas magnéticas, cargando en un ordenador auxiliar el «lote» de trabajos que, posteriormente, sería ejecutado en conjunto por el ordenador principal. De esta forma se obtenía la posibilidad de ejecutar procesos de cálculo y de entrada o salida de datos simultáneamente; cuando había que dar salida a resultados, éstos se vertían sobre otra cinta magnética que, finalmente, era procesada en el ordenador auxiliar que se ocupaba de solventar esta tarea secundaria. Este método de explotación recibía el nombre de procesamiento por lotes. Su principal defecto era que había que esperar a que el ordenador principal terminara con todos los trabajos del lote para conocer los resultados.

Tercera generación

Aunque el paso dado de la primera a la segunda generación fue ya un salto considerable, el dado entre la segunda y la tercera fue de mucha mayor magnitud. Esta revolución del mundo de los ordenadores sólo fue posible gracias a los circuitos integrados, cuyo tamaño es similar al de un transistor, si bien, contienen varias decenas e incluso centenas de componentes elementales interconectados entre sí. Esto supuso una nueva miniaturización de los equipos y volvió a incrementar el período medio de averías de la unidad central, pasando de un tiempo medio próximo a la hora, en la primera generación, a varios miles de horas en esta tercera.



El ordenador IBM 7030, conocido también con el nombre de STRETCH, fue adquirido en 1963 por Los Alamos Scientific Laboratory. El importe pagado fue de 14 millones de dólares.

La velocidad se incrementó hasta tal punto que para la ejecución de las operaciones elementales era suficiente con algunos nanosegundos, con lo que se pasó de máquinas de 10^3 instrucciones por segundo, a máquinas que ejecutan 10^6 instrucciones por segundo.

En la tercera generación es posible la ejecución de varios programas simultáneamente, sin que para ello haya que recurrir a un ordenador auxiliar. Por supuesto, en cada instante dado, sólo un programa es el que está ocupando la actividad de la unidad central, si bien los programas restantes trabajan simultáneamente con las unidades de entrada y salida. Cuando el programa que ejecuta la unidad central necesita algún dato, otro programa pasa a ocupar su lugar, mientras que el anterior ingresa en el conjunto de programas que realizan operaciones de entrada o salida.

Este método de funcionamiento, denominado multiprogramación, permite mejorar sustancialmente el rendimiento del ordenador al elevar notablemente el tiempo de actividad de la unidad central. Para lograr este sistema de trabajo, se han integrado los elementos que en el procesamiento por lotes denominábamos ordenadores auxiliar y principal, en dos zonas de la memoria del sistema ordenador único que reciben el apelativo de zona de «conversiones» y zona de «procesamiento». La primera se encarga de gestionar la cola de espera de programas según las prioridades marcadas exteriormente y para ello utiliza discos magnéticos. La segunda se encarga de la ejecución del programa activo enviando los resultados al disco magnético para que posteriormente sean listados.

La tercera generación también permitió acercar la informática a los usuarios finales, tanto a los profesionales informáticos como a los de otras especialidades, a través del teleprocesamiento y de los sistemas conversacionales. El teleprocesamiento permite al usuario realizar la entrada de datos desde terminales remotos, y recibir los resultados en el mismo lugar. Los sistemas conversacionales permiten a los usuarios, no sólo enviar y recibir datos desde sus terminales, sino también seguir e intervenir en el desarrollo de sus programas a través del diálogo con la máquina.

Cómo se mide la memoria de un ordenador

La forma de medir la memoria o capacidad de almacenamiento de información es idéntica para todas las unidades de un ordenador. Basta con expresar el número de BITS que se pueden almacenar para dar una medida exacta de la capacidad de memoria, tanto en el caso de la memoria principal como en el de la memoria auxiliar (cintas magnéticas, discos...).
En cualquier caso, debido a la lógica con la que se almacenan los datos y a los órdenes de magnitud que sería preciso manejar, el bit no resulta una unidad apropiada. Por ello, se adoptan como unidades de medida determinados múltiplos del bit o unidad elemental de información binaria. Estas unidades son:

Palabra

Se denomina palabra a toda cadena de bits utilizada para representar un único ente de información (carácter alfabético, cifra numérica...).

Nyble

Palabra binaria constituida por la agrupación de 4 bits que son tratados de forma unitaria.

Byte (octeto)

Palabra constituida por un conjunto de ocho dígitos binarios o bits. En algunos casos el octeto puede considerarse como una subdivisión del formato de palabra con el que opera determinado ordenador; así, puede hablarse de palabras de 2 y 4 octetos, según estén formadas por 16 ó 32 bits.

Kilo-byte (KB)

Un Kbyte equivale a 1.024 octetos o bytes (esto es: 8.192 bits). El hecho de corresponder a 1.024 y no a 1.000 se debe a que un Kbyte es igual a 2^{10} (la base del sistema binario elevada al exponente 10). Esta unidad es la más comúnmente utilizada para medir la capacidad de almacenamiento de la memoria de un ordenador.

Mega-byte (MB)

Para la representación de grandes volúmenes de memoria, como la que corresponde a un disco magnético rígido, el Kbyte resulta una unidad muy reducida. De ahí que se haya hecho necesario definir otra unidad de rango superior, el «Mbyte», que equivale a un millón de octetos o bytes.



La tercera generación de ordenadores ha permitido acercar la informática a los usuarios finales. Es sorprendente comprobar cómo las prestaciones de un miniordenador, o incluso las de un ordenador personal, son cada vez más parecidas a las de los grandes ordenadores.

Cuarta generación

A finales de la década de los setenta se produjo una nueva convulsión en el mundo de la informática: el nacimiento y posterior utlización masiva del microprocesador. También se perfeccionaron notablemente las unidades auxiliares de almacenamiento y comunicación.

Esta es la generación vigente en la actualidad, en la que la microelectrónica ha volcado toda su innovación en el hardware de los ordenadores aportando circuitos integrados de media, alta y muy alta escala de integración, caracterizados por una elevadísima fiabilidad y alta velocidad de operación. Lo que menos ha variado, al menos tan sustancialmente como lo hizo en anteriores saltos generacionales, son los procedimientos de explotación de la máquina.

El protagonista indiscutible de esta cuarta generación es el ordenador personal, cuyas prestaciones son equiparables a las de los miniordenadores e incluso grandes equipos operativos de hace muy pocos años. El ordenador personal es el responsable de que la informática haya logrado la enorme popularidad de que goza en nuestros días. La presencia del ordenador en la mesa de trabajo de muchos profesionales, e incluso en millones de hogares, es un hecho que ha pasado de inimaginable a plena realidad cotidiana.



Los ordenadores domésticos son dignos representantes de las máquinas informáticas de la cuarta generación.

Ordenadores, minis y micros

Hasta hace diez años el término ordenador abarcaba a cualquier equipo dedicado al proceso de datos. Hoy día, la evolución de estas máquinas nos obliga a establecer su clasificación.

Tipos de ordenadores

Atendiendo a su configuración podemos distinguir tres tipos de ordenadores:

1. *Ordenadores analógicos*

Son aquellos que manejan señales eléctricas y suelen aplicarse a problemas de simulación. Su programación está plasmada (cableada) en los circuitos que lo integran.

2. *Ordenadores digitales*

Admiten su programación por medio de lenguajes y manejan un alfabeto (código binario: 0-1) mediante el cual a través de cadenas de ceros y unos, se puede representar cualquier caracter.

3. *Ordenadores híbridos*

Participan de las características de los dos anteriores. La entrada de datos suele estar controlada por un convertidor analógico/digital, la información es procesada por un ordenador digital y la salida es canalizada a través de un convertidor digital/analógico.

En lo sucesivo nos referiremos siempre, excepto cuando se indique lo contrario, a ordenadores digitales.

Los ordenadores digitales

Según la capacidad y potencia de esta categoría de sistemas, podemos distinguir tres clases de ordenadores bien diferenciados:

1. *Ordenadores.*
2. *Miniordenadores.*
3. *Microordenadores.*

A medida que descendemos en esta escala, nos encontramos con equipos menos potentes aunque más baratos y versátiles.

El universo de los ordenadores digitales

En general, cada uno de ellos tiene unas características ideales para un tipo de usuarios; por lo tanto, ninguno anula a los anteriores, aunque existe la tendencia a la sustitución de los grandes equipos por sistemas de miniordenadores o microordenadores distribuidos, con lo que se gana en autonomía sin perder cohesión.

Ordenadores

Para el proceso de datos a gran escala, tanto en sus componentes de gestión como científica, es necesario el empleo de grandes equipos. Como ejemplo de aplicación científica, para la que resulta apropiado un gran ordenador, podemos citar el mantenimiento de una base de datos con la información de todos los



La implantación de grandes equipos permite realizar complicados sistemas de procesos de datos. A cambio, obliga a instalaciones costosas y contar con personal de alta especialización.



La instalación de miniordenadores es bastante menos exigente que la de un gran equipo. Por lo demás, su manejo es mucho más sencillo y no exige personal altamente especializado para su explotación.



El microordenador supone un nuevo paso en el acercamiento de la informática al usuario. Su empleo resulta tan cómodo como el de una simple máquina de calcular evolucionada.



La irrupción de los ordenadores personales ha supuesto el definitivo acercamiento de los sistemas informáticos al usuario no especializado.

Para saber más

Ordenador

Sistema electrónico dedicado al proceso de datos, con gran capacidad para el almacenamiento de datos y elevada velocidad de cálculo.

Miniordenador

Sistema para el tratamiento de información de características (potencia, capacidad..., precio) inferiores a las de los ordenadores. Su estructura circuital se basa en la aplicación exhaustiva de componentes electrónicos de media y alta escala de integración.

Ordenador personal

Pequeño ordenador basado en un microprocesador. Todo ordenador personal es un microordenador, aunque no todo microordenador es un ordenador personal.

Sistema operativo

Conjunto de programas que supervisan el funcionamiento de un ordenador y facilita su utilización. Un ejemplo para aclarar su labor puede ser el siguiente: si el usuario quiere visualizar un programa en una pantalla se lo indica al sistema operativo,
el cual se encargará de buscar el programa en la memoria auxiliar, suceder.
pasarlo a la memoria principal, realizar la edición y avisar de cualquier anomalía que haya podido

Lenguaje de alto nivel

Lenguaje de programación que permite a los usuarios escribir programas mediante una notación próxima a la del lenguaje hablado convencional.

Lenguaje BASIC

Lenguaje de programación de alto nivel orientado al aprendizaje de las tareas de programación.

cables de una central nuclear. En este caso no sólo hace falta una gran capacidad de almacenamiento, sino que para calcular recorridos ideales la potencia de cálculo debe ser grande. También en el campo de la gestión hay aplicaciones que sólo se puede mantener con un gran ordenador; un ejemplo que en la actualidad está levantando muchas polémicas, es la mecanización de la información del censo de ciudadanos para los servicios de seguridad del estado.

Normalmente, la adopción de grandes ordenadores obliga a realizar fuertes inversiones, tanto por lo caros que resultan los equipos como las instalaciones auxiliares que necesitan: aire acondicionado, locales diáfanos y amplios, etc. También el equipo humano dedicado a su explotación suele ser numeroso.



Los ordenadores personales son pequeños microordenadores capaces de utilizar como dispositivos periféricos aparatos de tipo doméstico, como por ejemplo, receptores de TV, magnetófonos a casete...

Miniordenadores

El término miniordenador suele conducir a engaño; los equipos así denominados sólo son «mini» en el tamaño y precio, pero suelen prestar exactamente los mismos servicios que un ordenador mediano. Incluso si se distribuyen convenientemente y se conectan entre sí los miniordenadores necesarios, pueden sustituir con éxito a un equipo grande, evitando la centralización que éste supone y acercando al usuario final los



Con los ordenadores personales la informática abandona su característica de alto coste. Con una inversión razonable puede llegar a disponerse de un sistema microinformático de notables posibilidades de aplicación.

equipos. Entre sus muchas aplicaciones podemos destacar las siguientes:

- *Control de procesos.*

En función de las señales que recibe el miniordenador, con las que se describe el estado de proceso, emite las señales necesarias para la corrección del mismo. Algunos de los procesos controlados son: cadenas de montaje, operaciones de control de calidad, inspección de material, etc.

- *Comunicaciones*

Tal vez en este área sea donde la evolución de los miniordenadores se encuentra en más constante desarrollo, sus aplicaciones típicas son: reserva de plazas, transmisión de mensajes, etc.

- *Sistemas de información*

El miniordenador puede sustituir en algunos casos a equipos más grandes, realizando las típicas labores de mecanización como: sistemas comerciales, financieros, de gestión, científicos, etc.

Microordenadores

En la actualidad los microordenadores constituyen uno de los sectores más importantes del mercado informático. Cuando surgieron los primeros miniordenadores se dedicaron a ofrecer unas prestaciones que no estaban cubiertas hasta ese momento, pero durante los años 70 los miniordenadorse invadieron el sector más bajo de los grandes equipos. Los pasos se han vuelto a repetir con los microordenadores; en la década de los 70, ocuparon un espacio vacío, si bien, en la actualidad, se están haciendo cargo de muchas de las áreas que anteriormente se cubrían con miniordenadores. Algunas de las principales zonas de aplicación de los microordenadores son:

- *Control de periféricos*

Para conseguir descargar al ordenador principal de determinadas tareas suele recurrirse a los microordenadores; éstos se ocupan del control de los periféricos.

- *Toma de datos*

El microordenador puede recibir datos de diversas fuentes, los puede tratar según el programa que esté cargado, y reproducirlos en la unidad deseada. Normalmente, la forma de introducir los datos en el microordenador es mediante conexiones a instrumentos especiales de hospitales, laboratorios, etc.

- *Ordenadores personales*

El bajo coste de los ordenadores personales y la posibilidad que ofrecen de introducir la informática en los entornos personales/profesionales, educativo y doméstico, han contribuido a que su popularidad haya crecido espectacularmente.

Los ordenadores personales están basados en un microprocesador (un «cerebro», integrado en un espacio extraordinariamente reducido, capaz de dirigir, controlar y coordinar toda la actividad del sistema). Los ordenadores personales pueden conectarse a una memoria secundaria, generalmente lectores/reproductores de cintas en casete –en el caso de los equipos domésticos– o unidades de disco magnético flexible o rígido. Su utilización es muy simple debido a que incorporan un sistema operativo interactivo y su programación se puede realizar en un lenguaje de alto nivel (normalmente BASIC).



La profusión de periféricos especializados en las más diversas tareas, ha hecho que la informática se adapte a la prestación de los servicios más dispares, resolviendo cualquier tipo de tratamiento de información.

En la senda de la integración

El nacimiento y popularización de los microordenadores no ha supuesto en modo alguno la pérdida de importancia de los miniordenadores y grandes equipos; estos últimos designados, en ocasiones, por medio del término anglosajón «mainframe».

No hay que perder de vista que uno de los ámbitos en los que demuestra su versatilidad y eficacia el microordenador es, precisamente, en su actuación como terminal inteligente de grandes ordenadores.

En el entorno empresarial, resulta de plena importancia la perfecta compenetración entre ordenadores personales, miniordenadores y grandes ordenadores. Los primeros deben ser capaces de establecer una comunicación con los sistemas más potentes, de forma que puedan acceder a los ingentes volúmenes de información almacenados en las grandes máquinas, así como transferir datos a éstas para que realicen complejas operaciones de proceso vetadas a los microordenadores.

El avance hacia la integración de los ordenadores de cualquier categoría y tamaño es una de las tendencias más características de los últimos años. La primera firma mundial en el sector de la informática, IBM, ha dado una muestra palpable del objetivo a lograr –la integración o compatibilidad entre los diversos sistemas informáticos–, desde el preciso instante en el que entró en el mundo de la microinformática con su gama de ordenadores personales IBM-PC.

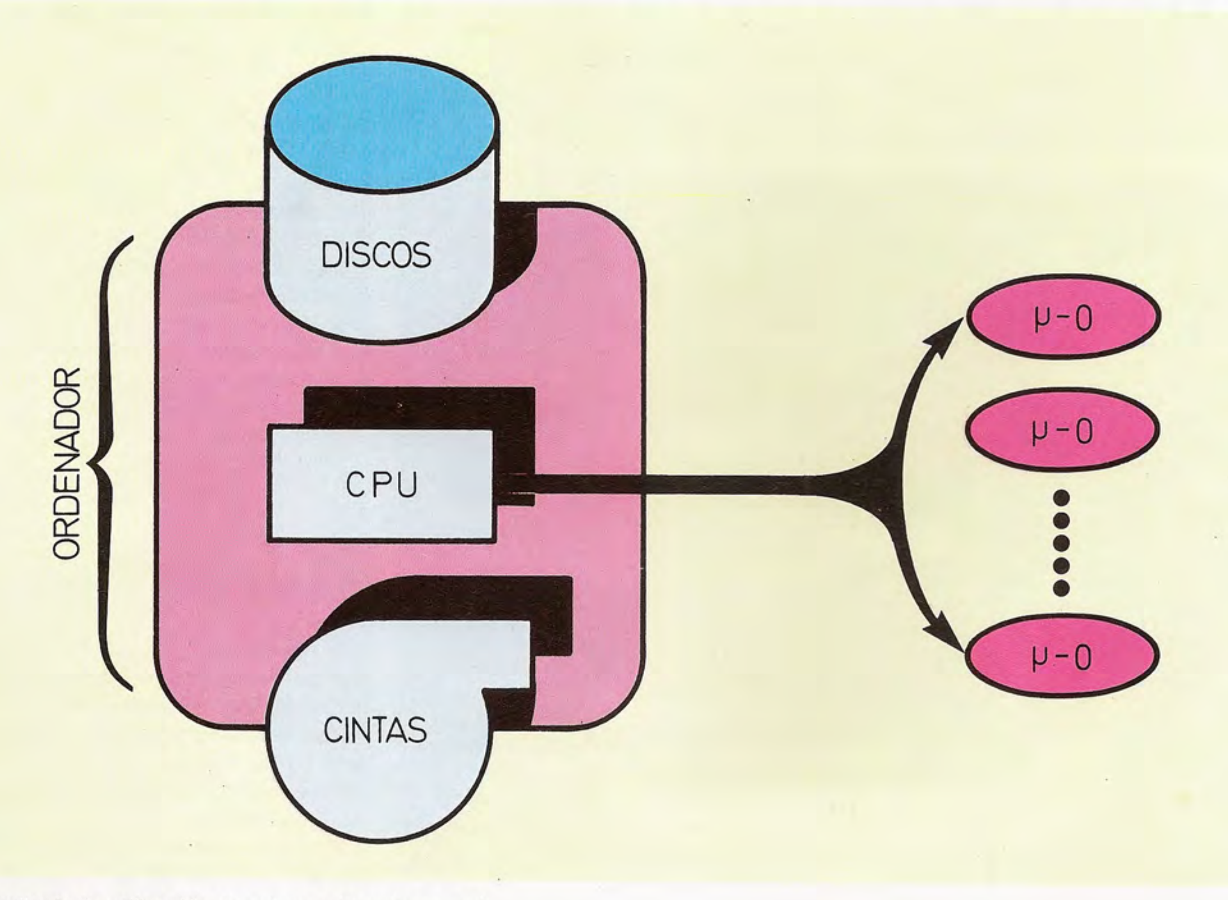
La compatibilidad de estas máquinas personales con sus «hermanos mayores» les garantiza el acceso a grandes volúmenes de información que sólo pueden residir en las unidades de almacenamiento masivo de los mainframes. La enorme capacidad para el tratamiento de la información de los grandes equipos queda también al servicio de los pequeños ordenadores. Estos pueden volcar datos en el mainframe y recoger el resultado de su tratamiento; de esta forma, los profesionales de los distintos departamentos de la empresa podrán realizar, posteriormente, un detallado análisis de la información resultante en su propio ordenador personal.

Entre los usuarios de microordenadores se encuentran, por ejemplo, los Centros de Cálculo convencionales que disponen, normalmente, de grandes ordenadores instalados. Los microordenadores se utilizan en este marco como simples equipos autónomos o como terminales inteligentes que aportan o extraen información, o sencillamente que utilizan algunos de los recursos, de los grandes ordenadores.

Principales diferencias entre minis y mainframes

Concretando las características apuntadas con anterioridad, cabe mencionar tres diferencias fundamentales entre miniordenadores y mainframes:

1. Los minis, normalmente se dise-



Mediante la utilización de microordenadores (µ0) compatibles con sistemas más grandes, se puede conseguir el acceso a los recursos de un gran ordenador desde un equipo modesto y barato.

ñaban para resolver aplicaciones específicas, aunque en la actualidad se ha generalizado mucho su utilización, de tal forma que se pueden considerar como equipos de uso universal. En todo caso, sí es oportuno señalar que en el caso de los miniordenadores es más frecuente la especialización de los equipos.

2. La demanda en unidades de los miniordenadores es muy superior a la de los ordenadores grandes en razón básicamente a su bajo costo. Si bien se puede argumentar que no es significativa la comparación, ya que un miniordenador es mucho menos potente que un gran ordenador, si realizamos un estudio ponderado por la potencia de los ordenadores se sigue observando una cierta ventaja de los equipos pequeños sobre los grandes.

3. La producción de software para grandes ordenadores la realizan distintas entidades, comenzando por el propio fabricante y llegando hasta el usuario final. Con la aparición de los miniordenadores han surgido una nueva clase de empresas denominadas OEM (Original Equipment Manufacturer) que son intermediarias entre el fabricante y el usuario final. En definitiva, estas empresas, que constituyen una nueva diferencia entre minis y mainframes, se dedican a añadir al equipo original un determinado software y vender el producto global a los hipotéticos usuarios de los programas desarrollados.



La serie 43 de IBM es una de las más vendidas, tanto en Europa como en USA. Estos ordenadores son ideales para ser utilizados en conexión con el ordenador personal de IBM (IBM-PC).



Como es lógico, la compatibilidad es total cuando se utilizan microordenadores y ordenadores de un mismo fabricante.

Ordenadores vectoriales

Para el programador, un vector es una lista ordenada de datos cuyos elementos se almacenan en la memoria de una manera organizada; al número de elementos de la lista se le llama longitud o dimensión del vector. Para cada operación que deba aplicarse sobre un operando, existe la correspondiente operación vectorial que consistirá en repetir la misma operación con todos los elementos del vector.

Análogamente, para las operaciones que se aplican sobre dos operadores hay una operación vectorial correspondiente, que debe aplicarse a los pares de elementos tomados ordenadamente de ambos vectores, los cuales deben ser de igual longitud. En definitiva, podemos distinguir dos tipos de operaciones: las vectoriales, que en vez de trabajar con elementos unitarios lo hacen con vectores, y las operaciones escalares, que trabajan con elementos unitarios.

Los ordenadores vectoriales cuentan con varias estrategias que permiten aumentar la velocidad de ejecución de operaciones vectoriales. Tal vez la principal de las estrategias sea la de incluir dentro del conjunto de órdenes del ordenador las operaciones vectoriales; de esta forma, cuando se tenga que realizar una operación sobre dos vectores, no será necesario realizar tantas operaciones aritméticas como elementos tengan ambos vectores, sino que bastará con ejecutar una única orden. Para ello, la instrucción vectorial, además de indicar la operación a efectuar, debe indicar las direcciones de los dos operandos vectoriales y del vector resultado, así como su longitud.

Es importante destacar que este tipo de ordenadores tiene un soporte físico (hardware) que permite la ejecución simultánea de muchas operaciones de dos operandos, que constituyen la operación vectorial, y para ello deben pertenecer a algunas de estas dos clases: multiproceso y telescopado.

En un posterior capítulo de este mismo volumen se aborda con amplitud el concepto de «multiproceso». Por lo que respecta a los ordenadores capacitados para operar en régimen «telescopado», cabe compararlos con una cadena de montaje industrial, donde el producto en fabricación atraviesa una serie de esta-



Hardware y software

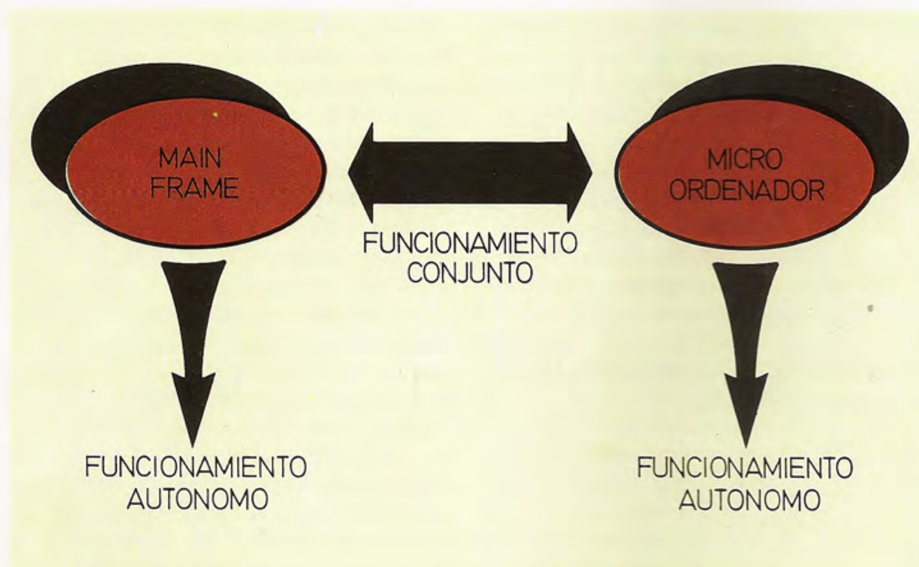
Empezaremos por dar una definición de ambos conceptos:

Hardware

Si miramos un diccionario inglés-español, encontraremos como traducción de hardware, ferretería o quincallería. En efecto, nada más expresivo para definir las unidades físicas que constituyen un sistema de ordenador.

Software

En contraste con el equipo físico (hardware), se utiliza software para referirse a todos los programas que se pueden utilizar en un sistema de ordenador.
Si comparamos el ordenador con el cerebro humano, vemos que el hardware equivale a la memoria y demás componentes físicos del cerebro, mientras el software se encarga del soporte lógico que utiliza el cerebro para razonar.

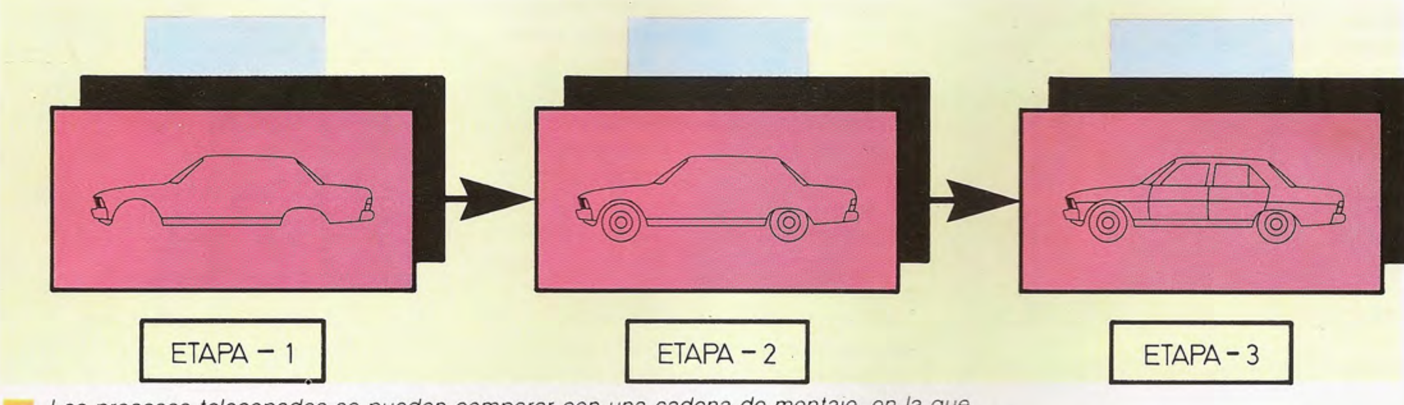


Cuando se establece el funcionamiento asociado de un microordenador con un ordenador, cabe la opción de que cada uno de ellos opere también de forma autónoma.

ciones. En cada una de ellas se efectúa una operación particular y todas ellas trabajan simultáneamente.

Por ejemplo, la suma en coma flotante comprende varios pasos que deben ejecutarse secuencialmente. Un sumador en coma flotante telescopado se divide en segmentos, cada uno de los cuales realiza una parte del trabajo en un período de reloj. Al final de este período, cada segmento comunica sus resultados al siguiente y recibe los del anterior. Así, al cabo de un tiempo de duración igual a la suma de tantos períodos de reloj como segmentos posea el sumador, se obtendrá el resultado en coma flotante correspondiente a los valores que se suministraron al principio.

Para que este sistema funcione, es imprescindible que exista una perfecta sin-



Los procesos telecopados se pueden comparar con una cadena de montaje. en la que simultáneamente se trabaja en las distintas etapas necesarias para completar un producto.

ELEMENTO 1 3
ELEMENTO 2 4
RESULTADO 7

OPERACION
SUMA ESCALAR

VECTOR 1 .... 3 4 1 2 9
VECTOR 2 .... 2 1 3 4 2
VECTOR RESULTADO 5 5 4 6 1

OPERACION
SUMA VECTORIAL

En la figura se ofrece un ejemplo de comparación de una suma escalar con una suma vectorial.

cronización, tanto en la entrada de datos como en la salida.

Volviendo al ejemplo de la cadena de montaje, si una de las estaciones funcionara erróneamente –por ejemplo, con mayor lentitud de la normal–, la repercusión la sufriría no sólo ella, sino también las restantes estaciones. En el caso del telescopado las consecuencias serían aun más graves, ya que los datos se borrarán; con ello, el producto no sólo sería más lento sino también erróneo.

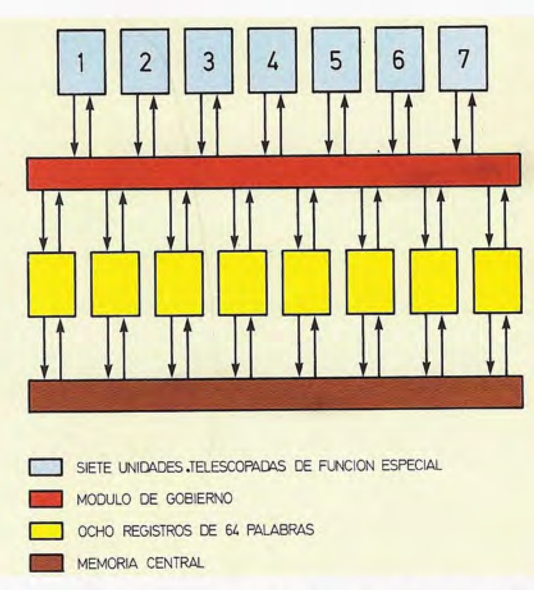
Ordenadores especializados

Al principio de este capítulo se esbozó una primera clasificación de los ordenadores, distinguiendo entre equipos analógicos, digitales e híbridos. Más adelante, y atendiendo a su tamaño, precio y potencia, se estableció una segunda clasificación: ordenadores, miniordenadores y microordenadores.

En los próximos apartados se establece una nueva clasificación en el terreno de los ordenadores o máquinas programables para el tratamiento de información. El criterio diferenciador reside ahora en la «no convencionalidad» de los equipos, o lo que es lo mismo, en su especialización hacia un marco de actividad específico.

Aun compartiendo las características esenciales de todo ordenador, la filosofía de los ordenadores especializados, u ordenadores «ad-hoc», difiere de la adoptada por los ordenadores convencionales o de aplicación general. El motivo reside, obviamente, en las propias exigencias de su especialización.

Desde que las empresas industriales comenzaron a utilizar los sistemas informáticos no sólo para mecanizar su gestión sino también para controlar e intervenir en los procesos de fabricación, se empezaron a solicitar de los fabricantes equipos especialmente diseñados para satisfacer sus necesidades. Además de las empresas industriales, aunque éstas son las más numerosas, las empresas



En esta figura puede verse el esquema del procesador vectorial CRAY-1. Las siete unidades telescopadas se dedican a: 1) Suma con coma fija. 2) Unidad lógica. 3) Desplazamiento. 4) Contador. 5) Suma con coma flotante. 6) Producto con coma flotante. 7) Aproximación recíproca.

Evaluación de ordenadores

Cuando una empresa decide mecanizarse y solicita varias ofertas a compañías distribuidoras de ordenadores, se suele encontrar con una dificultad enorme a la hora de comparar los distintos equipos. Si para tomar una decisión se aumentan las entrevistas, demostraciones, reuniones, etc., es probable que las técnicas utilizadas por los vendedores consigan aumentar los problemas de evaluación.
El proveedor normalmente ofrecerá un sistema completo, es decir, el hardware y el software básico para su explotación, con unas condicionantes económicas diferentes: alquiler, venta, leasing, etc. El comprador, además de comprobar si el ordenador satisface las necesidades concretas por las que decidió su adquisición, debe prever si su utilización podrá resolver futuros problemas aún no planteados.
En definitiva, cabe destacar los siguientes aspectos en la evaluación de un ordenador:

1. **Rendimiento del equipo**

Teniendo en cuenta tanto la máquina como los programas y los problemas que se van a resolver, se debe medir en alguna unidad homogénea el rendimiento de los equipos que se estén comparando.

2. **Precio del sistema**

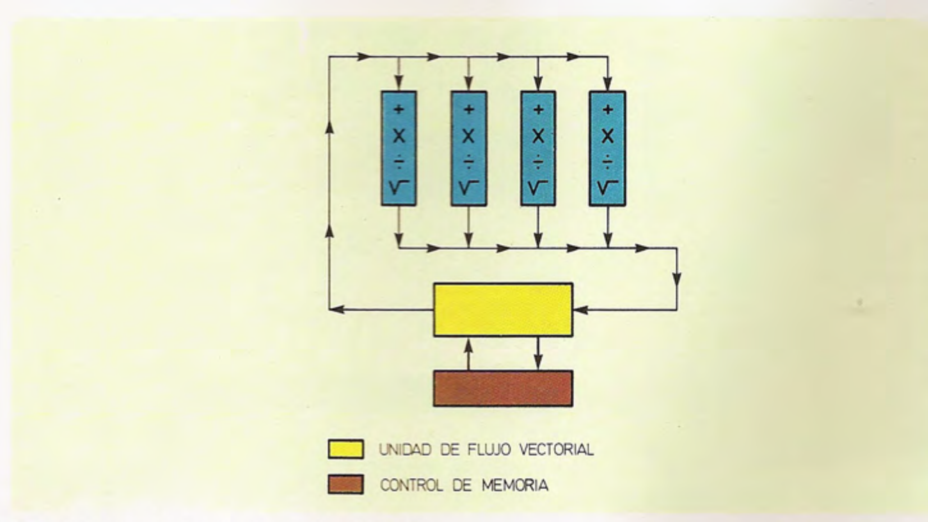
Además de comparar el precio total de los equipos, se deben tener en cuenta los estudios de tipo financiero para determinar la contratación idónea.

3. **Fiabilidad del proveedor**

Para garantizar el buen funcionamiento de los equipos adquiridos, es importante cerciorarse de que el proveedor es una entidad seria que garantiza la conservación y mantenimiento de ordenador y programas.

de servicios también utilizan equipos cuyo hardware y software pueden estar construidos para un fin específico.

Es prácticamente imposible detallar todos los tipos de ordenadores especializados que desempeñan trabajos únicos, ya que su profusión ha sido notabilísima; basta con dar un paseo por unos grandes almacenes para comprobar que sus cajas están atendidas por un ordenador que, en cierta medida, se puede considerar especializado. También podemos encontrar auténticos minis y microordenadores en el interior de un moderno automóvil, en los cajeros bancarios automáticos, en las modernas máquinas de coser...



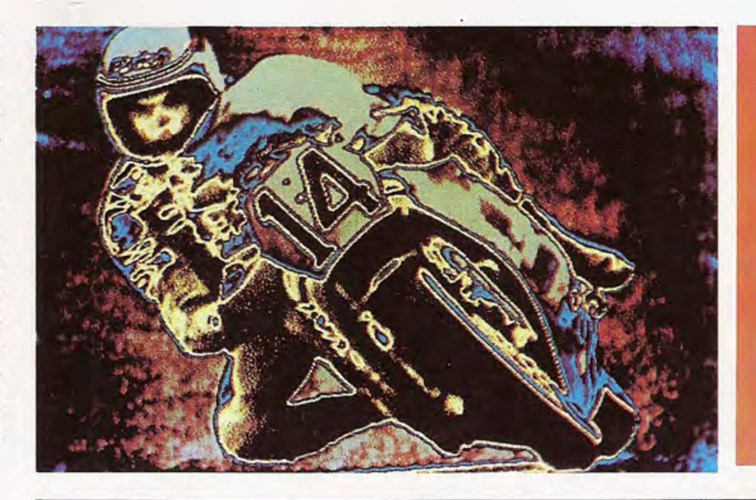
El procesador vectorial CYBER-205 incorpora cuatro procesadores aritméticos telescopados de múltiples aplicaciones en coma flotante.

ORDENADORES
ANALOGICOS
DIGITALES
MICROS
MINIS
MEDIOS
GRANDES
DISEÑO
ROBOTICA
TRATAMIENTO DE IMAGENES

Los ordenadores pueden clasificarse según diferentes criterios, dependiendo de su tecnología, tamaño, etc. En el último nivel de clasificación se encuentran las distintas especializaciones.

Los próximos apartados centrarán su interés en tres tipos de sistemas diseñados «ad hoc» para sus respectivos marcos de aplicación: tratamiento de imágenes, robótica y automatización de las labores de diseño.

En los tres casos se cumple la propiedad de que el software utilizado es específico; ahora bien, esto no bastaría para que el ordenador fuese catalogado como especializado, también es necesario que los equipos físicos (hardware) se diferencien claramente de un ordenador convencional y esto, como veremos más adelante, se cumple con claridad en los tres casos citados.



Los ordenadores especializados en el procesamiento de imágenes tienen muy diversas aplicaciones en campos que van desde la criminología a la creación artística, pasando por la medicina o las aplicaciones científicas.

Procesamiento de imágenes

La potencia de los ordenadores especializados en el procesamiento de imágenes es tan grande que, en algunos casos, se logran imágenes más nítidas que la fotografía original. La base del funcionamiento de estos sistemas consiste en la digitalización de la información almacenada en una imagen para después manipular matemáticamente dicha información.

En campos tales como la criminología, la medicina, la inteligencia militar, etc., es de vital importancia poder mejorar la nitidez de una imagen que, bien porque haya sido tomada en condiciones precarias, o bien por la propia naturaleza oculta del objeto visualizado, originalmente, pudiera ser baja. Para ello vale con examinar cuidadosamente el motivo de la falta de nitidez y, si ésta proviene de ella misma, modificar la información digital convenientemente para que al ser reproducida se obtenga una imagen nítida.

Para realizar el procesamiento de una imagen en un soporte parecido al de una diapositiva fotográfica es imprescindible convertir la imagen analógica en digital y esta conversión se puede realizar con un dispositivo denominado microdensímetro, que se basa en la proyección de un haz colimado a través de la transparencia. Un tubo fotomultiplicador recoge la luz transmitida a través de la diapositiva y genera una señal eléctrica de tipo analógico cuya amplitud es proporcional

Para saber más

¿Qué significa mainframe?

El término anglosajón mainframe se utiliza para referenciar a los grandes ordenadores en contraposición con los mini y microordenadores.

¿Son incompatibles ordenadores grandes y pequeños?

En absoluto. Los ordenadores personales ven aumentar notoriamente sus posibilidades al poder utilizar algunos de los recursos de los grandes equipos. A cambio, los grandes ordenadores de los centros de cálculo pueden verse descartados de trabajos de moderada complejidad que pueden realizarse en los pequeños ordenadores auxiliares.

¿Cuáles son las principales diferencias entre miniordenadores y mainframes?

1. Los pequeños ordenadores suelen estar diseñados para resolver tareas específicas, mientras que los grandes tienen un carácter más general.
2. La demanda de mini y microordenadores es muy superior en valores cuantitativos a la de las grandes máquinas.
3. La gran difusión de los mini y microordenadores ha fomentado la aparición de empresas intermediarias, que añaden al equipo un software específico y venden el paquete conjunto hardware más software.

¿Qué es un ordenador vectorial?

Es un ordenador que dispone de instrucciones especiales que pueden operar simultáneamente con conjuntos de elementos en vez de elemento a elemento.

¿En qué se basa el funcionamiento de los ordenadores vectoriales?

En el multiproceso y el telescopado.

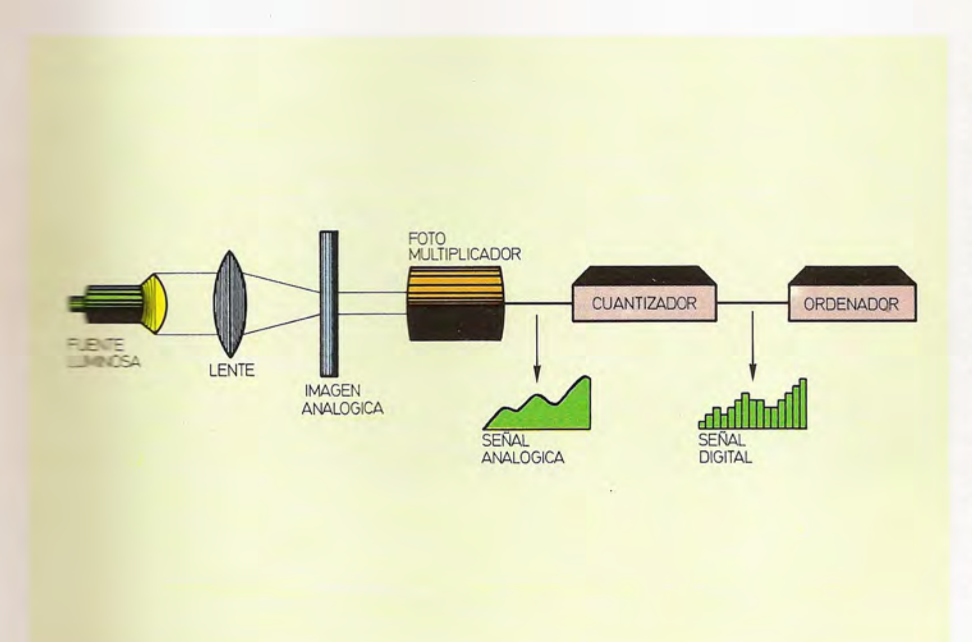
¿En qué consiste el telescopado?

En la ejecución de una tarea en diferentes fases o segmentos sincronizados. Para realizar este tipo de operaciones se suministran los datos iniciales al primer segmento; cuando éste termina de ejecutar su tarea parcial, entrega sus resultados al siguiente segmento y se queda disponible para recibir más datos.
La operación completa se puede considerar terminada cuando el último segmento finaliza su trabajo y entrega los resultados para su utilización.

al brillo de la imagen en cada punto. La señal analógica se digitaliza en un dispositivo conocido como cuantizador, antes de su transmisión al ordenador, en el que se procesará la señal digital.

Para trabajar en el sentido inverso al descrito, la señal procesada puede utilizarse para modular la fuente luminosa del microdensímetro y así generar una nueva imagen fotográfica al someter a una exposición sucesiva cada una de las celdillas de que se compone la imagen.

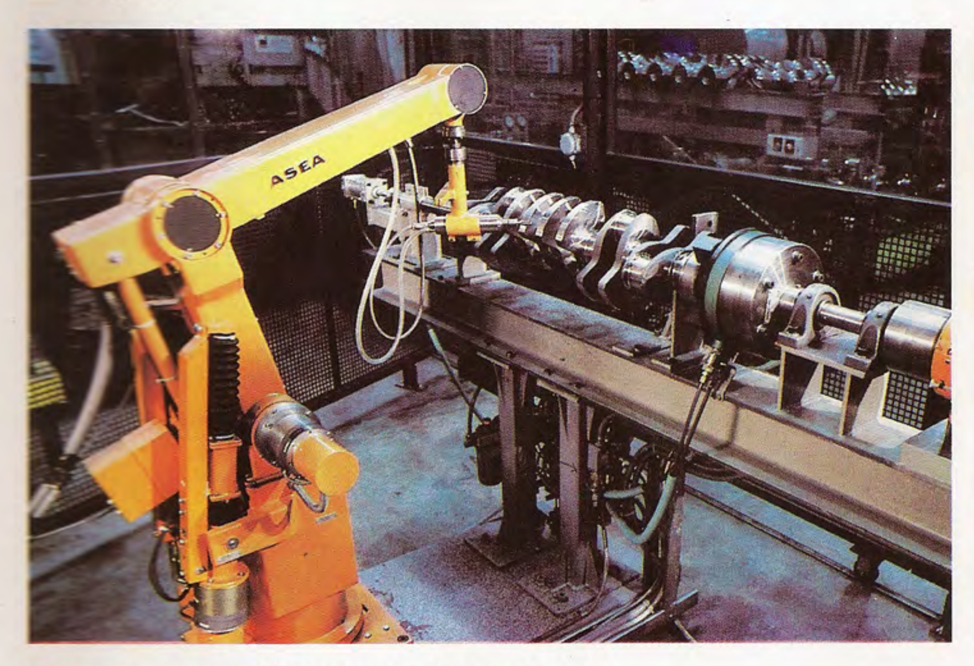
Este tipo de ordenadores no sólo sirve para mejorar la nitidez de imágenes fotográficas, sino que también puede utilizarse para describir en forma escrita la información contenida en la imagen inicial, y viceversa, es decir, a partir de una información escrita (digitalizada) obtener su imagen correspondiente.



En la figura pueden verse los pasos a seguir para la conversión de las señales analógicas procedentes de una imagen, en señales digitales que permiten su introducción en un ordenador especializado en el proceso de imágenes.

Sistemas robots

En la Grecia de Aristóteles ya se mostraba una fascinación hacia cualquier máquina capaz de moverse por ella mis-



En los sistemas robotizados el ordenador es una parte tan importante que todo el conjunto se puede considerar como un ordenador especializado. En la figura puede verse un robot industrial desbastando un cigüeñal.



La aplicación de ordenadores al diseño, tanto de circuitos integrados como de piezas mecánicas, e incluso en arquitectura, eleva sustancialmente la productividad de los diseñadores.



Planificación de una actividad informática

Existen muchas metodologías diferentes para realizar la planificación de una actividad informática; aquí vamos a describir una que engloba las principales características de todas ellas y que satisface plenamente las necesidades de planificación.
Distinguiremos tres fases distintas en el proceso de planificación: Estudio inicial, Evaluación e Implementación.

Estudio inicial

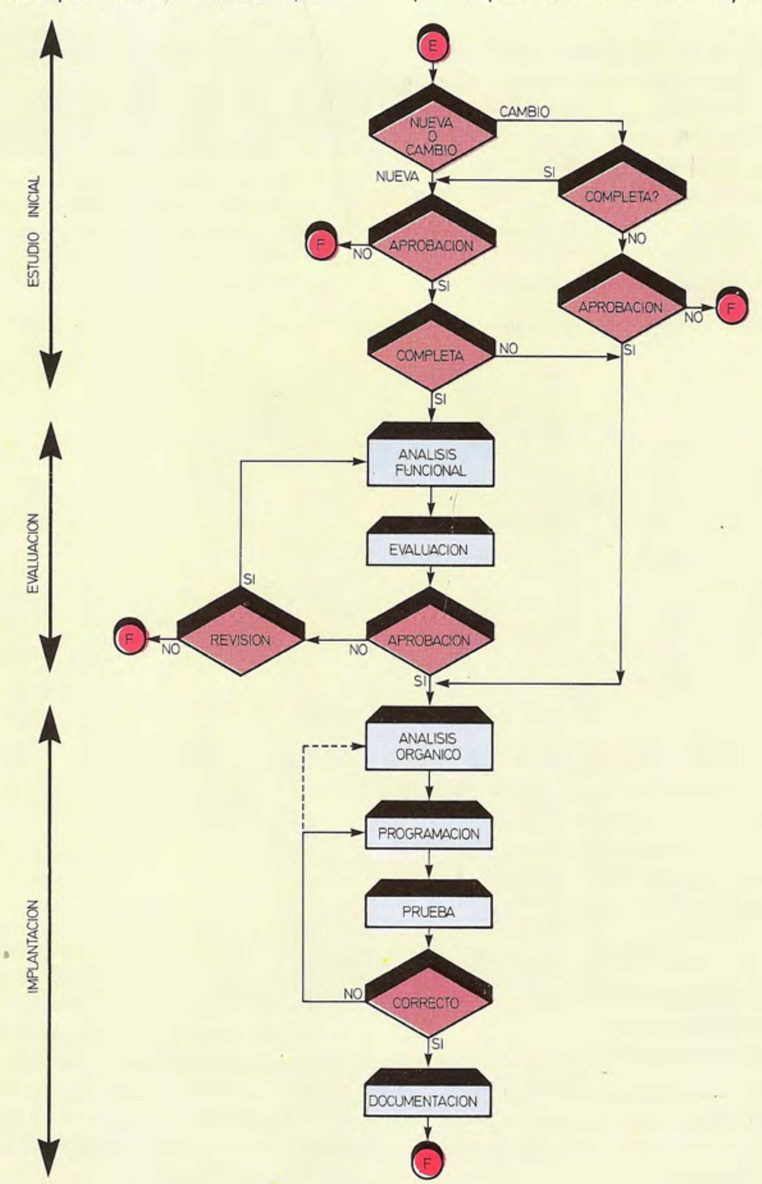
Lo primero es precisar si se trata de una nueva aplicación o de un cambio sobre un sistema ya mecanizado. En el primer caso la medida inicial es aprobar el proyecto de mecanización, ya que el proyecto pudiera resultar inútil, bien porque su mecanización no es necesaria o bien porque existen otras áreas más prioritarias. En el caso de obtener la correspondiente aprobación, se evaluaría su complejidad y su incidencia en el hardware ya existente. Si su complejidad es pequeña, y además no necesita la incorporación de nuevos equipos, se puede pasar directamente a la fase de implementación; en caso contrario habrá que realizar previamente la fase de evaluación.
Si se trata de una modificación sobre una aplicación ya mecanizada, se comprobará si es compleja o afecta a la estructura de los datos o equipos. En caso afirmativo se realizarán los mismos pasos que si se tratase de una aplicación nueva, y en caso negativo se pasa directamente a la fase de implementación.

Evaluación

En esta fase se realiza el análisis funcional y a partir de éste se evalúan las horas de programación necesarias y los restantes costes. Esta evaluación puede ser aprobada directamente, en cuyo caso se pasará a la fase de implementación. O puede ser revisada, lo que implicará un nuevo análisis funcional y una nueva evaluación. E incluso rechazada definitivamente.

Implementación

Por último, para dejar la actividad completamente mecanizada, se procederá a realizar el análisis orgánico, la programación y una prueba del sistema. Si la prueba resulta satisfactoria, se documentará el trabajo; en caso contrario habrá que revisar la programación o el análisis orgánico para después realizar un nuevo ensayo.



Ordinograma correspondiente al proceso que se sigue cuando se planifica la informatización de una actividad que previamente se realizaba de forma manual. El proceso es similar cuando se trata de modificar una aplicación ya existente.

ma. Muchos siglos más tarde las familias nobles europeas se aficionaron a unos autómatas con forma humana capaces de escribir, tocar instrumentos musicales, etc.

Hasta aquí, detrás de toda máquina autónoma existía un aura mágica. En la actualidad este aura se ha desvanecido. Hoy día, por todas partes se están utilizando máquinas autómatas y robots que en determinados casos realizan tareas humanas sencillas, e incluso son capaces de llegar a conocer de tal manera su pequeño medio que pueden tomar decisiones sobre cuestiones no determinadas a priori.

Probablemente el primer robot utilizado industrialmente fue el regulador centrífugo, diseñado por James Watt, que se encargaba de controlar la velocidad de las máquinas de vapor. Ya en las primeras décadas de nuestro siglo las refinerías de petróleo y plantas petroquímicas se robotizaron ampliamente con la introducción de sencillos instrumentos analógicos de control que regulaban la presión, la temperatura, la velocidad del flujo, etc.



El uso de ordenadores especializados en la planificación urbanística empieza a ser una realidad que facilitará enormemente la labor de los arquitectos municipales.

Todos los sistemas robots descritos hasta ahora se pueden considerar como no inteligentes. Durante la segunda guerra mundial, con el desarrollo de los ordenadores digitales, se aceleró enormemente la potencia de los sistemas robots, de forma que durante la década de los sesenta se comercializaron los primeros robots industriales controlados por ordenadores diseñados específicamente para tal fin. La importancia del ordenador en un sistema robot es tan grande que se puede considerar que todo el sistema es un ordenador especializado.

Para saber más

¿A qué se llama ordenador especializado?

Al equipo cuyo diseño se realiza especialmente para resolver un determinado problema. Se diferencia de los ordenadores convencionales por su software especial y, sobre todo, por las características particulares del hardware.

¿Cuál es la principal utilidad de los ordenadores encargados del procesamiento de imágenes?

Mejorar la nitidez del objeto contenido en la imagen. En ciertos casos su utilización permite detectar detalles que a simple vista resultaría imposible percibir.

¿Cuáles son las principales fases del procesamiento de imágenes?

A partir de un soporte parecido a una diapositiva fotográfica se digitaliza su información mediante un microdensímetro. La información, una vez digitalizada, es procesada por el ordenador. Por último, se pueden convertir los resultados digitales en nuevas imágenes...

¿Qué es un sistema robot?

Un conjunto de equipos que permiten mecanizar una serie de procesos que tradicionalmente sólo podían realizarse mediante la intervención humanana. Los primeros sistemas robots tenían un funcionamiento autónomo muy limitado, pero con la aparición y posterior desarrollo de los ordenadores digitales se les pudo dotar de «inteligencia», con lo que sus posibilidades crecieron espectacularmente.

¿En qué consiste la mecanización del diseño?

En permitir que los operadores puedan realizar las tareas de diseño mediante la utilización de pantallas gráficas especiales, lo cual permite aumentar su productividad.

Mecanización del diseño

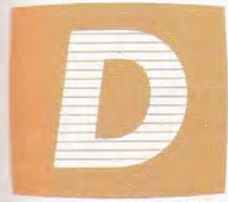
La productividad de un trabajador, en prácticamente cualquier área, depende directamente del diseño que se le proporcione. Para las empresas de ingeniería se han desarrollado unos ordenadores especializados en el diseño y dibujo automático de planos.

En algunos casos, después de procesar la información en un ordenador convencional, se produce un archivo intermedio (generalmente una cinta magnética) que es utilizado para obtener el dibujo de los datos. En este caso no se puede hablar propiamente de ordenador especializado, ya que el plotter en el que se producirán los planos es un periférico más del ordenador.

Otras veces, en cambio, se utilizan ordenadores auténticamente especializados que permiten a un operador manipular las distintas fases de diseño mediante menús con cuyas opciones puede tomar decisiones, o directamente señalando en la pantalla de un tubo de rayos catódicos (o en una superficie situada delante de la pantalla que corresponda punto por punto con la pantalla) con un lápiz especial.

Arquitectura de los ordenadores

Unidad central de proceso y unidades periféricas



De una forma muy simple podemos decir que un ordenador consta de dos zonas fundamentales: la unidad central de proceso (UCP o CPU, según utilicemos las siglas castellanas o inglesas), que es la encargada de la ejecución de los programas, y varias unidades periféricas que permiten al ordenador comunicarse con el exterior, bien sea para capturar datos y mostrar resultados, o bien para almacenar la información.

Unidad central de proceso

El auténtico «cerebro» del ordenador es la unidad central de proceso (CPU), en torno a la cual se organizan los restantes elementos del sistema. En la CPU de los ordenadores convencionales suelen distinguirse tres zonas básicas:

Memoria principal

En ella se almacenan dos tipos de información: el programa o secuencia de instrucciones a ejecutar y los datos que manejarán dichas instrucciones.

La memoria está constituida por un conjunto de células capaces de almacenar un dato o una instrucción. Con el fin de que la unidad de control pueda diferenciar a cada una de las células, éstas van numeradas; al número que identifica a una célula se le llama dirección.

Una vez determinada la dirección de una célula, se puede leer la información que contiene o escribir una nueva información en su interior. Para poder realizar estas operaciones la memoria dispone de dos registros especiales: el registro de dirección y el registro de intercambio o de datos. Según se vaya a efectuar una operación de «lectura» o de «de escritura», se seguirán los siguientes pasos:

– *Lectura*

1. Almacenar la dirección de la célula en la que se encuentra la información a leer en el registro de dirección.
2. Cargar en el registro de intercambio la información contenida en la célula apuntada por el registro de dirección.
3. Transferir el contenido del registro de intercambio al registro de la CPU que corresponda.

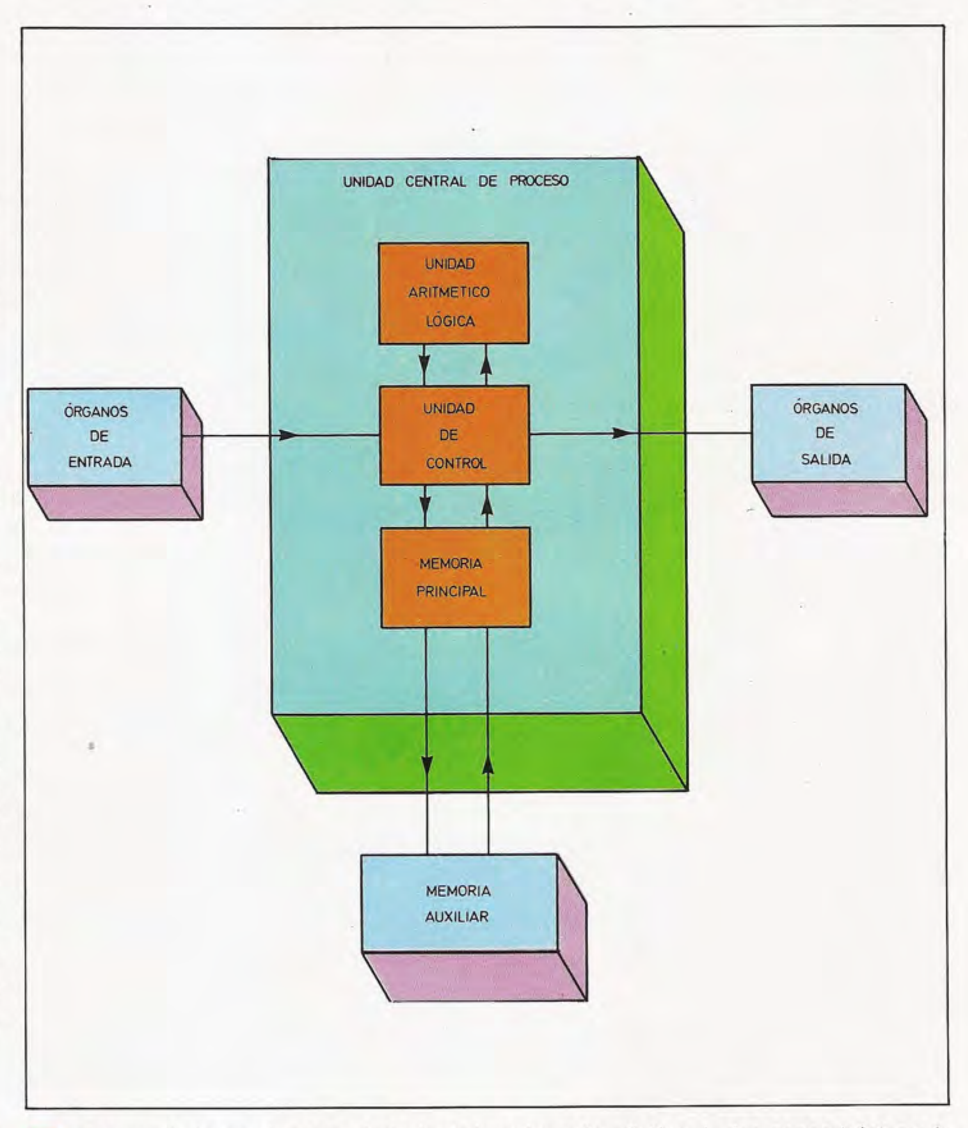
– *Escritura*

1. Transferir al registro de intercambio la información a escribir.
2. Almacenar la dirección de la célula receptora de la información en el registro de dirección.
3. Cargar el contenido del registro de intercambio en la célula apuntada por el registro de dirección.

Evidentemente, las operaciones de lectura no destruyen la información almacenada en la célula, cosa que, por el contrario, sí ocurre con las operaciones de escritura, ya que la destruyen al sustituirla por una nueva información.

Unidad de control

Esta unidad es la que se ocupa de controlar y coordinar el conjunto de operaciones que hay que realizar para dar el oportuno tratamiento a la información. Su cometido obedece a las indicaciones



Dentro de la arquitectura de todo ordenador cabe distinguir dos zonas básicas: la unidad central de proceso y el conjunto de órganos periféricos. En la primera de estas zonas es donde residen las unidades esenciales que permiten al ordenador realizar su trabajo: el tratamiento de la información.

contenidas en el programa; como resultado de su «interpretación», la unidad de control genera el conjunto de órdenes elementales que revertirán en la ejecución de la tarea solicitada. En líneas generales, su actuación se concreta en los siguientes puntos:

1. Extrae de la memoria principal la instrucción a ejecutar. Para ello dispone de un registro denominado «contador de instrucciones» (o contador de programas), en el que almacena la dirección de la célula que contiene la próxima instrucción a ejecutar, y de un segundo registro «de instrucción» en el que deposita la instrucción propiamente dicha. Este último está dividido en dos zonas: una contiene el código de operación que identifica la operación a ejecutar (suma, resta...) y la segunda la dirección de la célula en la que está almacenado el operando.

2. Una vez conocido el código de la operación, la unidad de control ya sabe qué circuitos de la unidad aritmético-lógica deben intervenir, y puede establecer las conexiones eléctricas necesarias a través del secuenciador.

3. A continuación extrae de la memoria principal los datos necesarios para ejecutar la instrucción en proceso; para ello simplemente ordena la lectura de la célula cuya dirección se encuentra en la segunda zona del registro de instrucción.

4. Ordena a la unidad aritmético-lógica que efectúe las oportunas operaciones elementales. El resultado de este tratamiento se deposita en un registro



El diálogo entre el ordenador y el mundo exterior —por ejemplo, el usuario del sistema—, se practica a través de los órganos periféricos: teclados para entrada de datos, pantallas para visualizar la información...

especial de la unidad aritmético-lógica denominado «acumulador».

5. Si la instrucción ha proporcionado nuevos datos, estos son almacenados en la memoria principal.

6. Por último, incrementa en una unidad el contenido del contador de instrucciones, de tal forma que coincida con la dirección de la próxima instrucción a ejecutar. Algunas operaciones, como, por ejemplo, las de bifurcación, se limitan a modificar el contador de instrucciones, de forma que la siguiente instrucción a procesar no sea la que se encuentra inmediatamente a continuación de la que está en curso.

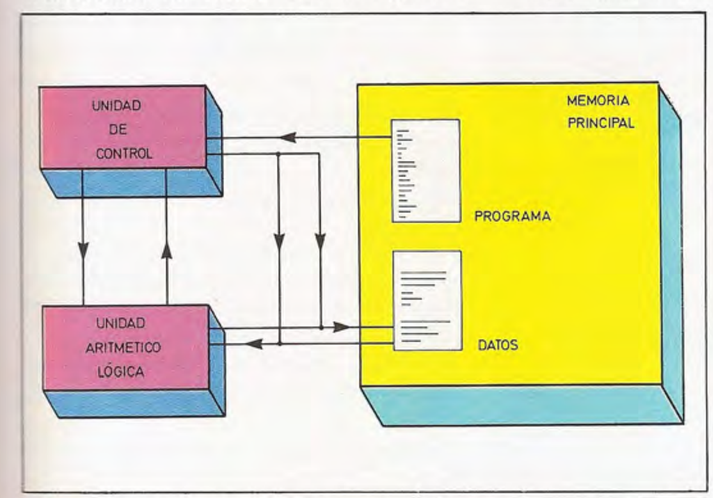
Unidad aritmético-lógica

La misión de la unidad aritmético-lógica es operar los datos que recibe siguiendo las indicaciones dadas por la unidad de control. El motivo por el que a esta unidad se le otorga el nombre de «aritmético-lógica» es que puede realizar tanto operaciones aritméticas como operaciones basadas en la lógica Booleana.

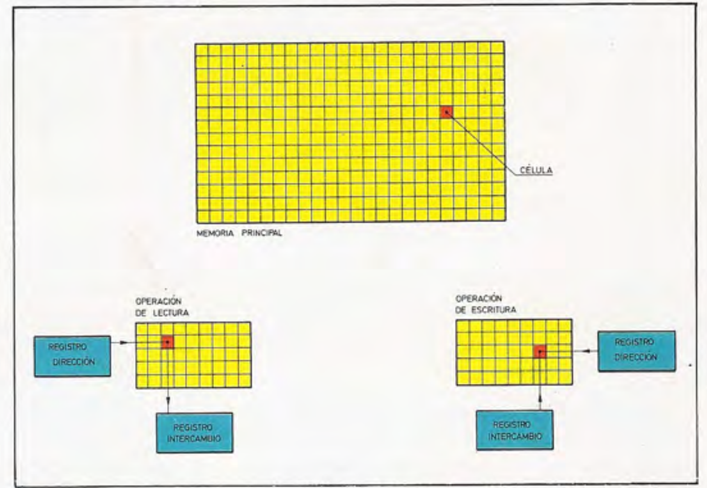
Para que la unidad aritmético-lógica sea capaz de realizar una operación aritmética, por ejemplo una suma, se le deben proporcionar los siguientes datos:

1. Código de operación que indique la operación a efectuar; en este caso sería el código de suma.
2. Dirección de la célula en la que se encuentra almacenado el primer sumando.
3. Dirección del segundo sumando.
4. Dirección de la célula en la que se almacenará el resultado.

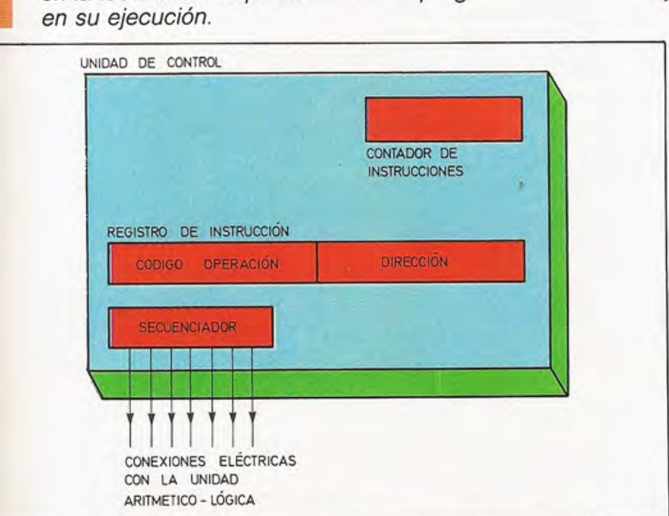
Cabe observar que en el formato de instrucción que hemos considerado, sólo



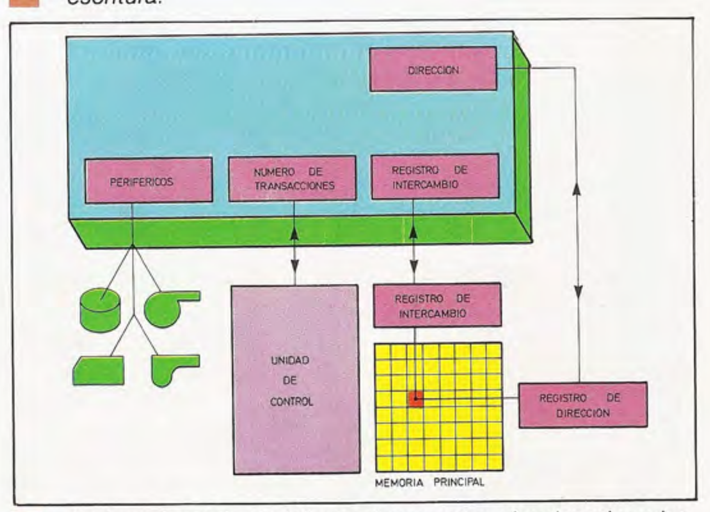
Los bloques fundamentales que integran la unidad central de proceso del ordenador controlan, operan y coordinan la actividad del sistema que, en líneas generales, se resume en la lectura e interpretación de un programa almacenado y en su ejecución.



La memoria principal de un sistema ordenador almacena dos tipos de información: programas o conjuntos ordenados de instrucciones y datos. Las operaciones que se realizan sobre esta unidad se reducen a dos: lectura y escritura.



La unidad de control es el auténtico «cerebro» que controla y coordina el funcionamiento del ordenador. A raíz de la interpretación de las instrucciones que integran el programa, esta unidad genera el conjunto de órdenes elementales necesarias para que se realice la tarea solicitada.



La transferencia de informaciones entre el ordenador y los periféricos se realiza a través de determinadas unidades «adaptadoras» denominadas canales. Su capacidad para gestionar y controlar la transferencia de informaciones descarga a la unidad central de este tipo de tareas.



Otro de los factores a tener en cuenta dentro de la microinformática actual es la gran abundancia de periféricos (impresoras, unidades de disco, pantallas, etc.) existentes.

se dispone de un código de operación y una única dirección de operando (en los ordenadores actuales los formatos de las instrucciones contienen toda la información necesaria).

El hecho de que esta instrucción tan condensada se traduzca en un proceso de suma se debe a que, al interpretar su código de operación, la unidad de control genera una secuencia de tres microinstrucciones elementales que afectan al registro especial que hemos denominado «acumulador». En éste es donde se almacenan los resultados de las sucesivas operaciones. Las tres microinstrucciones elementales que dan lugar a la operación suma –afectando a una sola dirección: el acumulador– son las siguientes:

a) Cargar el primer operando en el acumulador.
b) Sumar el segundo operando con el contenido del acumulador.
c) Cargar el contenido del acumulador en la dirección del resultado.

Unidades periféricas

Cabe distinguir dos grandes grupos de unidades periféricas. Las unidades de comunicación que permiten el diálogo con el exterior (de entrada o salida) y las memorias auxiliares que sirven para almacenar grandes volúmenes de datos de forma permanente. Como ejemplos tradicionales de periféricos de comunicación podemos citar el lector de tarjetas perforadas, el teclado, la impresora, la pantalla de operador... Y como ejemplo de memorias auxiliares, las unidades de disco y de cinta magnética.

La comunicación entre los periféricos y el ordenador se realiza a través de los denominados «canales», que se ocupan de gestionar la transferencia de información.

En los ordenadores actuales, las transferencias a través de los canales se pueden simultanear con el desarrollo de un programa de cálculo, ya que el canal sólo necesita la unidad periférica implicada en la entrada o salida y la dirección de la célula de la memoria principal en la que se leerá o escribirá la información. El canal mantiene un contador con el número de informaciones a transferir, el cual le indica el trabajo que tiene pendiente; para ello, incrementa una unidad al contador cada vez que le llega una información para transferir y le resta una unidad cada vez que efectúa una transferencia. Cuando el contador esté a 0, el canal advertirá a la unidad de control que ha finalizado la transferencia de información.

Para saber más

¿Cuáles son las dos zonas fundamentales de un ordenador?

La unidad central de proceso (CPU) que se encarga de la ejecución de los programas y del control de las restantes unidades, y los dispositivos periféricos.

¿Cuáles son los componentes básicos de la CPU?

La memoria principal, la unidad de control y la unidad aritmético-lógica.

¿Cómo funciona la memoria principal?

Mediante un conjunto de células numeradas y dos registros especiales con los que realiza las transacciones: el registro de dirección que indica el número de la célula afectada y el de intercambio que contiene la información leída o la que hay que escribir en la célula en cuestión.

¿Cuál es el objetivo de la unidad de control?

Controlar la ejecución de las instrucciones del programa; para ello cuenta con dos registros primarios: uno de ellos memoriza el número de la instrucción en curso, mientras que el segundo almacena la instrucción propiamente dicha.

¿Qué tareas realiza la unidad aritmético-lógica?

Tal como su nombre indica, se encarga de ejecutar las operaciones aritméticas y lógicas, almacenando el resultado en un registro llamado acumulador.

¿Qué son las unidades periféricas?

Son dispositivos que se ocupan de facilitar el diálogo entre el ordenador y el mundo exterior o de almacenar grandes volúmenes de información y mantenerla a disposición del ordenador.

¿Qué es un canal?

Es una unidad encargada de realizar las transacciones de información entre la unidad de control y los periféricos. Su utilidad estriba en que descargan a la unidad central de proceso del control directo de la entrada y salida de datos.

Del microprocesador al microordenador

La revolución microinformática



Cuando a principios de los años cincuenta aparecieron en el mercado unos pequeños elementos, denominados transistores, que sustituían a las válvulas electrónicas, nadie podía prever el desarrollo que en sólo treinta años iba a alcanzar la tecnología del estado sólido.

Hoy en día podemos constatar que su crecimiento ha sido exponencial. Nuevas técnicas de diseño y producción han dado lugar al nacimiento de componentes cada vez más perfectos.

La tecnología del estado sólido se aplicó rápidamente al tratamiento de la información. En primer lugar a los *procesadores:* circuitos electrónicos capaces de ejecutar secuencialmente conjuntos de instrucciones y controlar diversas unidades auxiliares de comunicación y almacenamiento.

Los sucesivos avances de la electrónica permitieron la miniaturización de la práctica totalidad de los circuitos y la integración de los mismos en los denominados circuitos integrados o «chips».

Definición de microprocesador

Prescindiendo momentáneamente del adjetivo MICRO, podemos definir como PROCESADOR a un sistema capaz de ejecutar una serie ordenada de instrucciones denominada programa. La ejecución de las instrucciones la efectúa el procesador de forma secuencial, es decir, siguiendo el orden en el que están escritas, excepto cuando la propia instrucción obligue al procesador a alterar la secuencia.

Normalmente, la ejecución de un programa, tanto si se realiza de forma manual como mecanizada, exige el conocimiento de unos datos; datos que una vez manipulados conducirán a la obtención del resultado.

En definitiva, al procesador no sólo se le exige que sea capaz de ejecutar el programa o secuencia de instrucciones, sino también que controle a las distintas unidades que permitirán la comunicación con el exterior y a la memoria donde se almacenarán los datos.

La diferencia sustancial que media entre procesadores y microprocesadores estriba en el tamaño.

El gran avance de la microelectrónica en las últimas décadas ha permitido la miniaturización de los circuitos. Ya en el año 1961 aparecieron los primeros circuitos integrados. A partir de ese momento el objetivo ha sido aumentar la densidad de integración de dichos circuitos.

En 1964 nacen los circuitos integrados de baja escala de integración (SSI, small scale integration); en 1968 los circuitos integrados de mediana escala de integración (MSI), y en 1971 los circuitos integrados de alta escala de integración (LSI, large scale integration). Este último peldaño hizo posible la miniaturización de los procesadores hasta llegar al *microprocesador.*

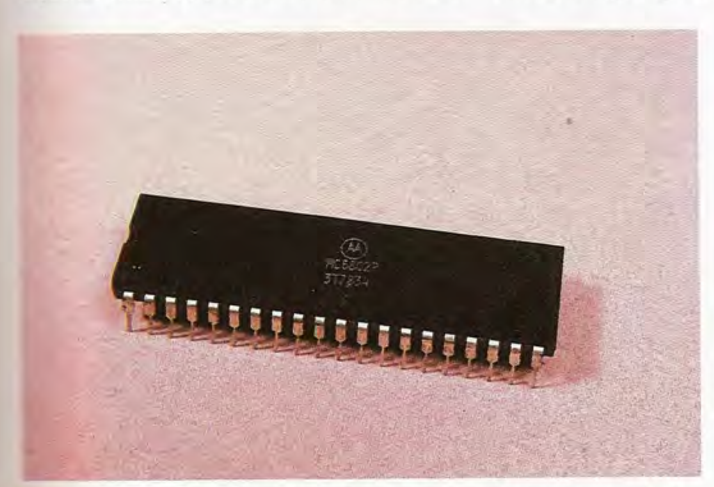
La evolución tecnológica no se detuvo en la LSI; en la actualidad, se ha llegado a la «muy alta escala de integración» (VLSI, very large scale integration). La tendencia actual es incrementar esta elevadísima densidad de integración con el fin de aumentar el rendimiento y la velocidad de trabajo, además de minimizar el volumen físico y el consumo energético de los circuitos electrónicos.

Aplicaciones del microprocesador

En resumidas cuentas, un microprocesador no es más que un circuito integrado al que se le ha añadido la posibilidad de ser programado. Por lo tanto, una de sus aplicaciones inmediatas es la sustitución de los circuitos digitales de lógica cableada.

Otra aplicación importante es su empleo como unidad central de proceso de los microordenadores.

Veamos cuáles son las ventajas que el microprocesador aporta en ambos casos de aplicación.



La revolución microinformática ha llegado de la mano del microprocesador; verdadero «cerebro» integrado capaz de realizar las funciones propias de la unidad central de proceso de un ordenador.



La irrupción del microprocesador ha dado lugar a una drástica reducción del tamaño y del precio de los equipos para el tratamiento de información, acercando la informática a todo tipo de usuarios.

– *El microprocesador utilizado como circuito programable:*

Un circuito lógico es un sistema que permite ejecutar funciones de variables lógicas –variables que sólo pueden tomar dos valores: «0» y «1»–, obteniendo un resultado que depende de los parámetros de entrada.

Una vez construido un sistema de lógica cableada, éste servirá únicamente para resolver la tarea en la que se especializa. Mediante la utilización de un microprocesador se logra aumentar su versatilidad, ya que la especialización no estriba en el propio circuito sino en el programa que puede ser modificado o sustituido.

– *El microprocesador utilizado como unidad central de un microordenador:*

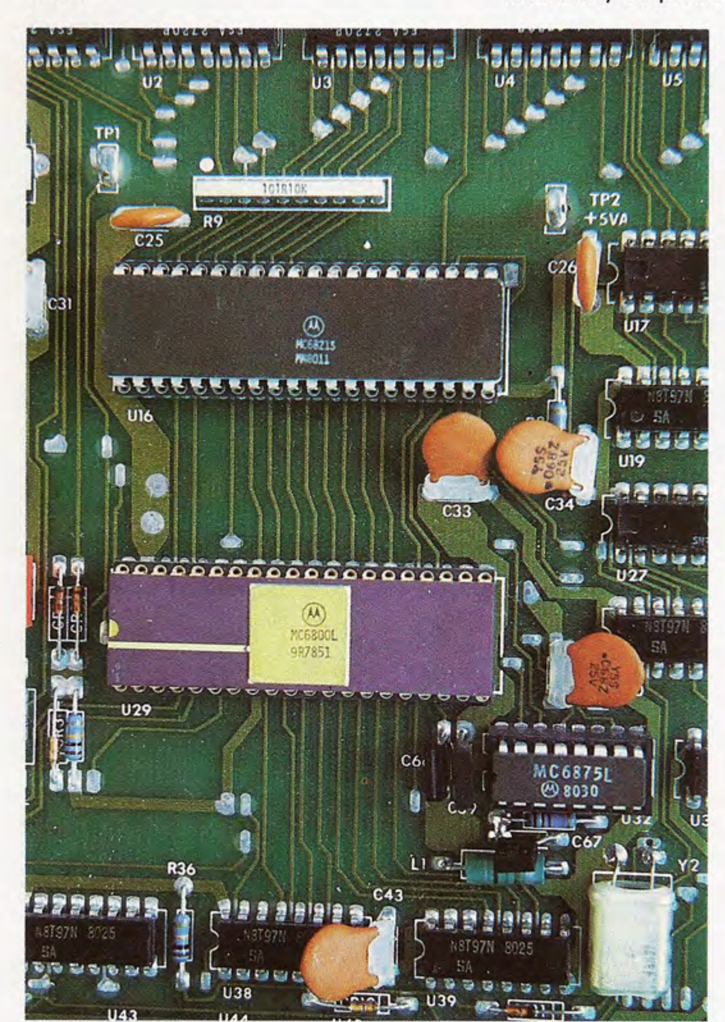
La unidad central de proceso (CPU: central processing unit) es el auténtico «cerebro» de un ordenador. Sus funciones esenciales se concretan en:

1. Controlar el flujo de información.
2. Operar los datos.
3. Gestionar la memoria.
4. Gobernar toda la actividad del ordenador de acuerdo a las instrucciones recibidas.

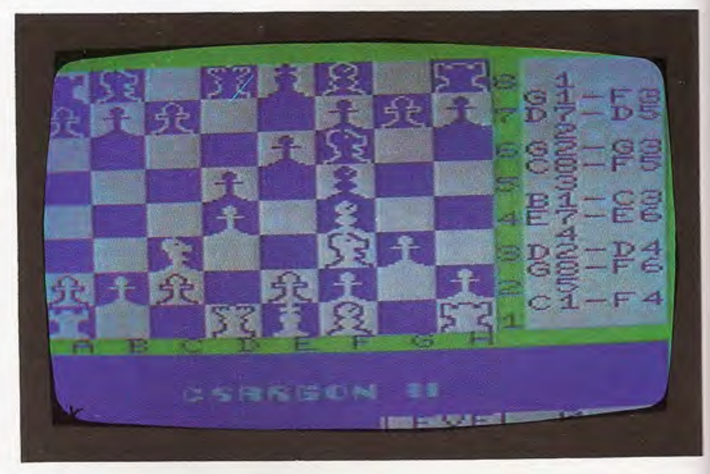
En torno al microprocesador prestan su servicio las restantes unidades funcionales y dispositivos que dan cuerpo a la máquina programable que denominamos ordenador.

La entrada del microprocesador en este marco de aplicación ha dado nacimiento a la «microinformática». Los microordenadores o sistemas para el tratamiento de información basados en un microprocesador, empiezan a alcanzar cotas de difusión próximas a las de las máquinas fotocopiadoras, los equipos de alta fidelidad y otros aparatos electrónicos habituales en el trabajo y en el hogar.

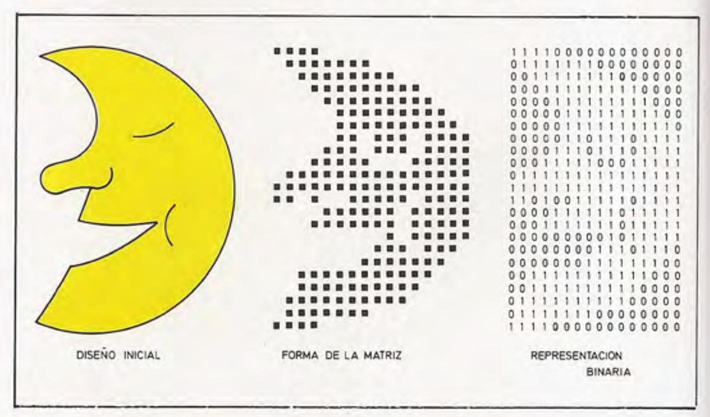
Ciertamente, hoy en día son ya incontables las aplicaciones del microprocesador. Podemos encontrarlo constituyendo el núcleo electrónico de instrumentos de medida, de aparatos electró-



En torno al microprocesador se organizan los restantes circuitos electrónicos que conforman la arquitectura de un microordenador. Todos los componentes están controlados por el «chip» que aparece en primer plano.



Los ordenadores para juegos forman parte de las nuevas generaciones de sistemas derivados de la aplicación del microprocesador... Jugar al ajedrez no es difícil para un centímetro cuadrado de silicio programable.



Los microordenadores se han convertido en útiles herramientas para la confección de gráficos. En la figura se cbservan los tres estados necesarios para la programación de una luna risueña.

nicos, de máquinas herramientas, de juegos electrónicos, de microordenadores...

Características básicas del microprocesador

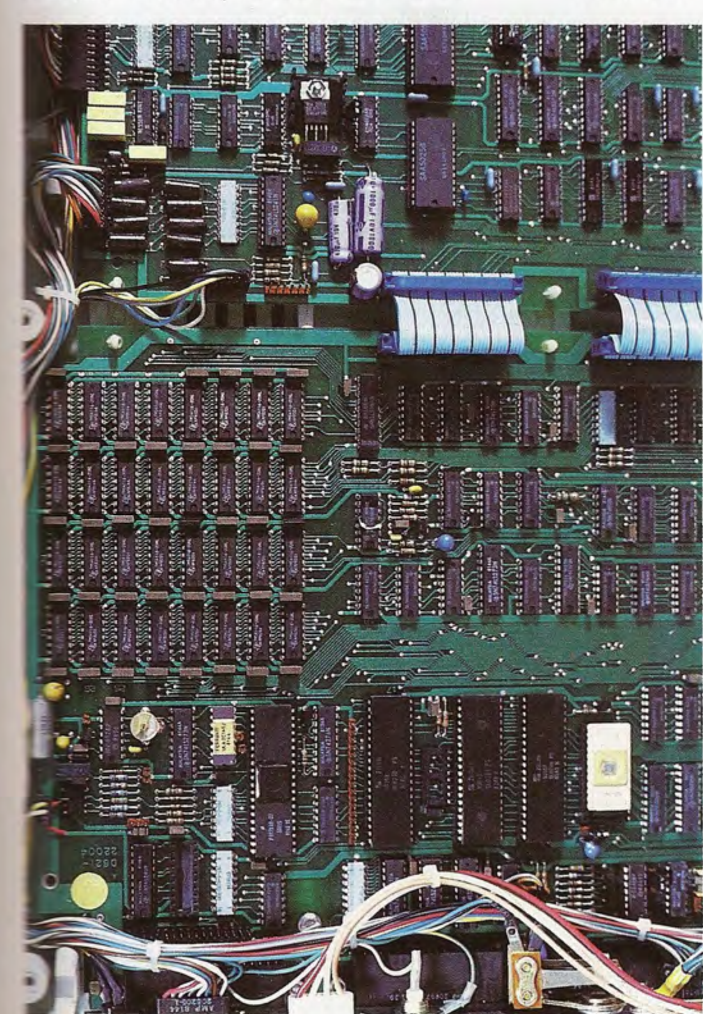
No está de más recordar que las variables lógicas pueden tomar únicamente los valores «0» y «1»; y que cada uno de estos elementos de información binaria recibe el nombre de «bit». Por lo demás, sabemos que para representar cualquier carácter es necesario utilizar un conjunto de bits al que se denomina palabra.

Las características básicas definitorias de un microprocesador derivan, en definitiva, de factores relacionados con su capacidad y posibilidades de operar con los elementos de información binaria (bits) y con las «palabras» binarias o unidades de información. Las cuatro principales características de un microprocesador son las siguientes:

1. Longitud (número de bits) de la palabra procesada.
2. Capacidad de acceso a memoria.
3. Velocidad de ejecución de las instrucciones.
4. Repertorio de instrucciones de nivel máquina que puede procesar.

La revolución del microprocesador

Los progresos en los últimos treinta años en el sector de la informática han marcado una evolución muy superior a la de cualquier otro campo de actividad. Con el nacimiento del microprocesador, el vertiginoso desarrollo se ha convertido en auténtica revolución. Hasta el punto de que ha protagonizado la última dé-



Aún a pesar de su importancia funcional, el microprocesador ocupa un volumen mínimo dentro de las complejas tarjetas que contienen el hardware electrónico de los sistemas microordenadores.



Los ordenadores personales y los microordenadores para gestión constituyen el vértice de la revolución tecnológica que el microprocesador ha desencadenado en el campo de la informática.

cada de la informática, período en el que este sector de actividad ha reflejado un crecimiento netamente superior al de cualquier otro sector industrial.

El microordenador

Al igual que existen muy diversos tipos de ordenadores, de mayor o menor complejidad y potencia, existen sistemas microordenadores muy distintos entre sí. Las características que permiten definir genéricamente a los microordenadores son las siguientes:

- Son sistemas orientados al tratamiento de la información, basados en microprocesador.
- Sus dimensiones son reducidas.

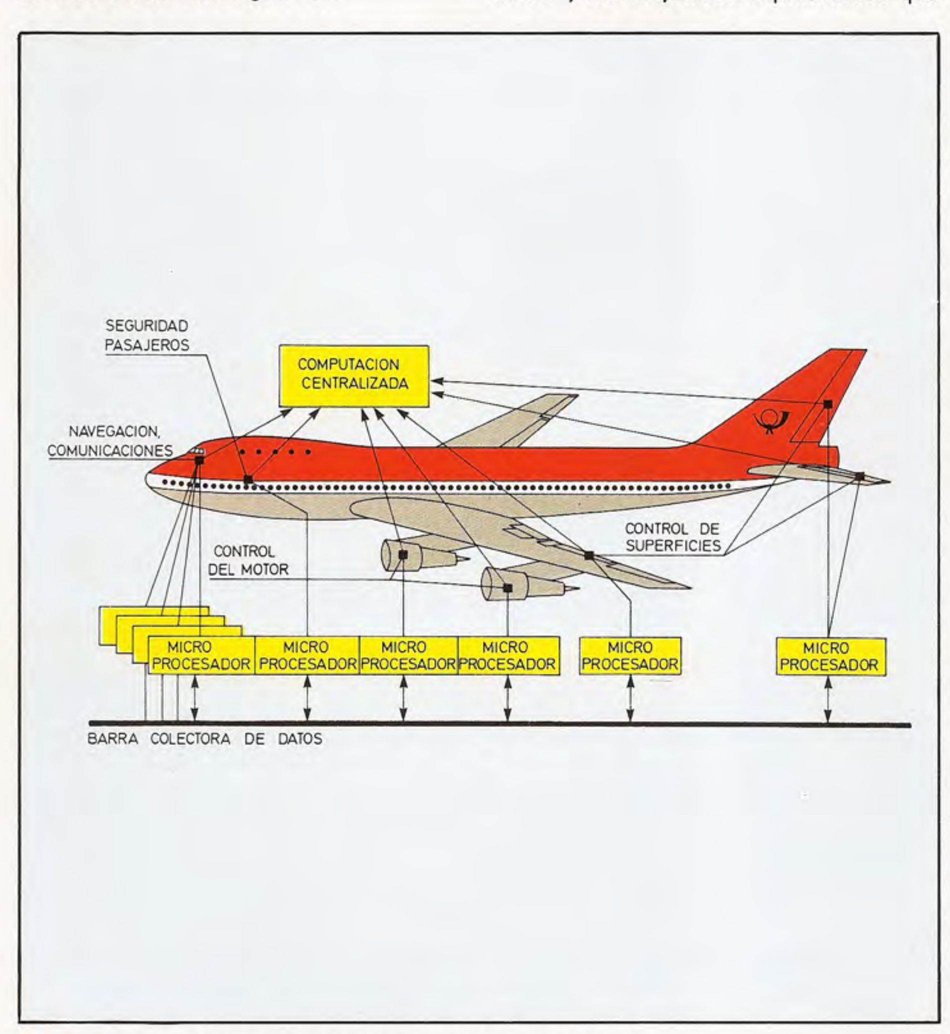
Las unidades básicas que forman parte de un microordenador son:

1. *Microprocesador:* unidad central de proceso del microordenador.

2. *Memoria:* unidad encargada de almacenar los programas que harán funcionar al microordenador y los datos que éste debe manipular.

3. *Unidades de entrada/salida:* su misión consiste en canalizar las transferencias de información entre el microprocesador y los dispositivos periféricos que lo rodean y permiten el diálogo con el mundo exterior.

Las tres zonas apuntadas constituyen la realidad física de la máquina programable: el «hardware» del microordenador. Para que éste se convierta en una herramienta útil y eficaz en la resolución de cualquier tarea, es preciso contar con los programas que instruirán oportunamente a la máquina: el «software».



Las aplicaciones del microprocesador se extienden a sectores tan dispares como la «aviación», garantizando la seguridad en la navegación y el control de las funciones de a bordo.

Unidades funcionales de un microordenador

En los próximos capítulos describiremos con toda precisión los distintos elementos que componen un microordenador. Por el momento sólo vamos a realizar una breve introducción a la estructura general de estos sistemas:

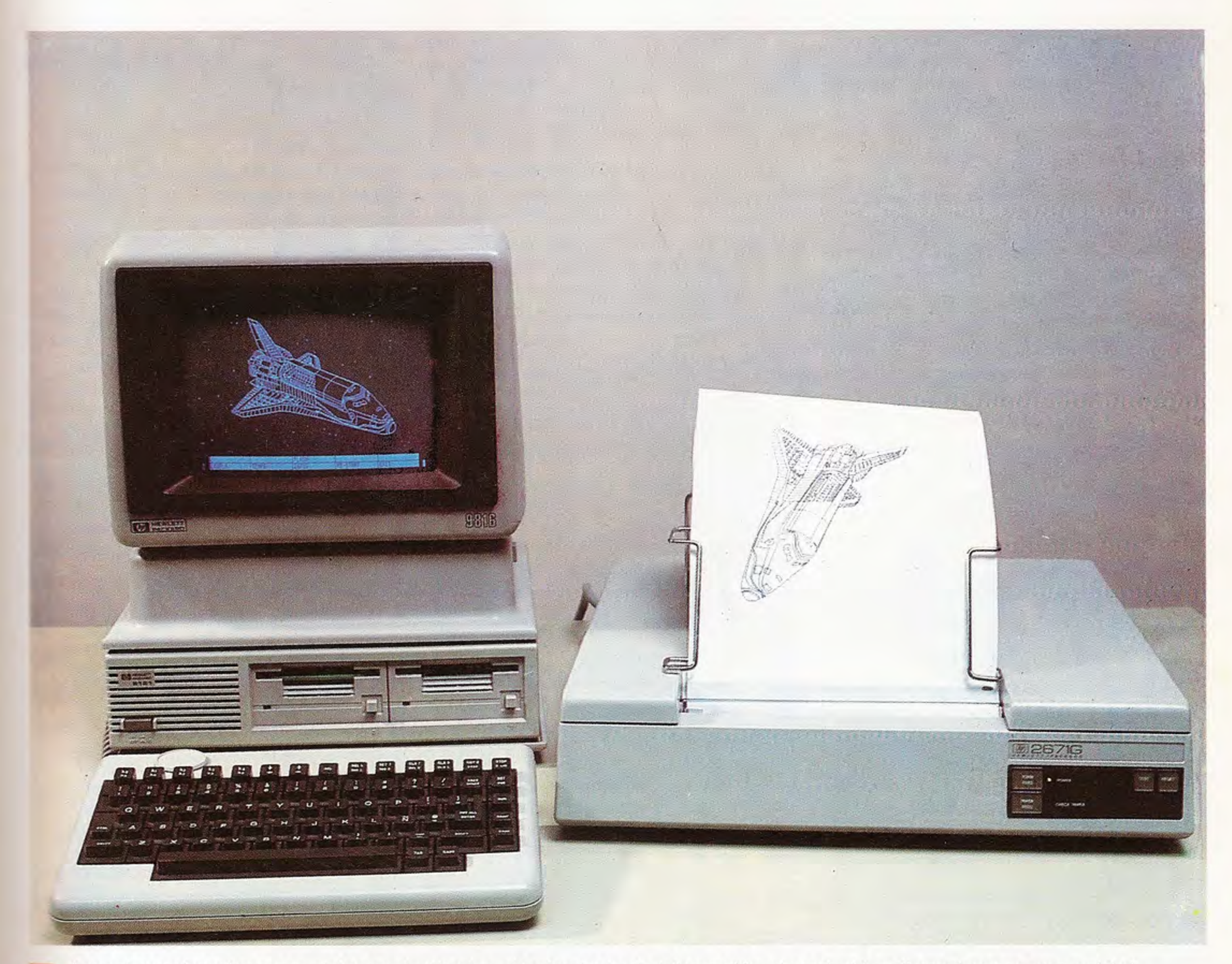
- CPU: unidad central de proceso, constituida por el chip microprocesador. Se encarga del control de la secuencia operativa. Para ello dispone de un «reloj» que le permite llevar a cabo sincronizadamente las operaciones implicadas en el tratamiento de la información. El «reloj» proporciona la referencia necesaria para que el microprocesador efectúe su labor con la cadencia adecuada.
- MEMORIA: unidad encargada de almacenar la información y ponerla a disposición inmediata de la CPU para su tratamiento. Esta zona, denominada memoria central del sistema (o memoria principal), reúne habitualmente dos tipos de dispositivos de memorización diferenciados por su funcionalidad.

Memoria ROM (Read Only Memory)

Permiten exclusivamente la lectura de su contenido. La grabación de la memoria ROM suele realizarla el propio fabricante con la información adecuada (sistema operativo, intérprete de lenguaje de alto nivel, programas de utilidad...) para el sistema al que se destina. La información grabada permanece inalterable durante el funcionamiento normal de la memoria.

Memoria RAM (Random Access Memory)

Este tipo de memoria admite tanto



Los microordenadores son sistemas destinados al tratamiento de información, de reducidas dimensiones y cuya unidad central de proceso está basada en un microprocesador.

operaciones de lectura de su contenido como de escritura de nueva información en su interior. El usuario deposita en ella los programas y datos oportunos para que el ordenador realice su tratamiento.

• UNIDAD de ENTRADA/SALIDA (E/S): Su función es adaptar la información procedente del exterior para que sea interpretable por el microordenador, y viceversa.

• PERIFERICOS: Estrictamente no forman parte del microordenador. Son dispositivos que permiten la comunicación entre el sistema y el exterior, a través de la unidad de entrada/salida.

Algunos periféricos esenciales son el teclado para introducción de órdenes y datos, la pantalla de visualización, la unidad de disco magnético para el almacenamiento permanente de información, la impresora para la obtención de copias en papel...

El ordenador personal

En su definición más simple, el ordenador personal no es más que una máquina, de reducidas dimensiones y precio moderado, cuyo cerebro está regido por un circuito integrado programable: el microprocesador.

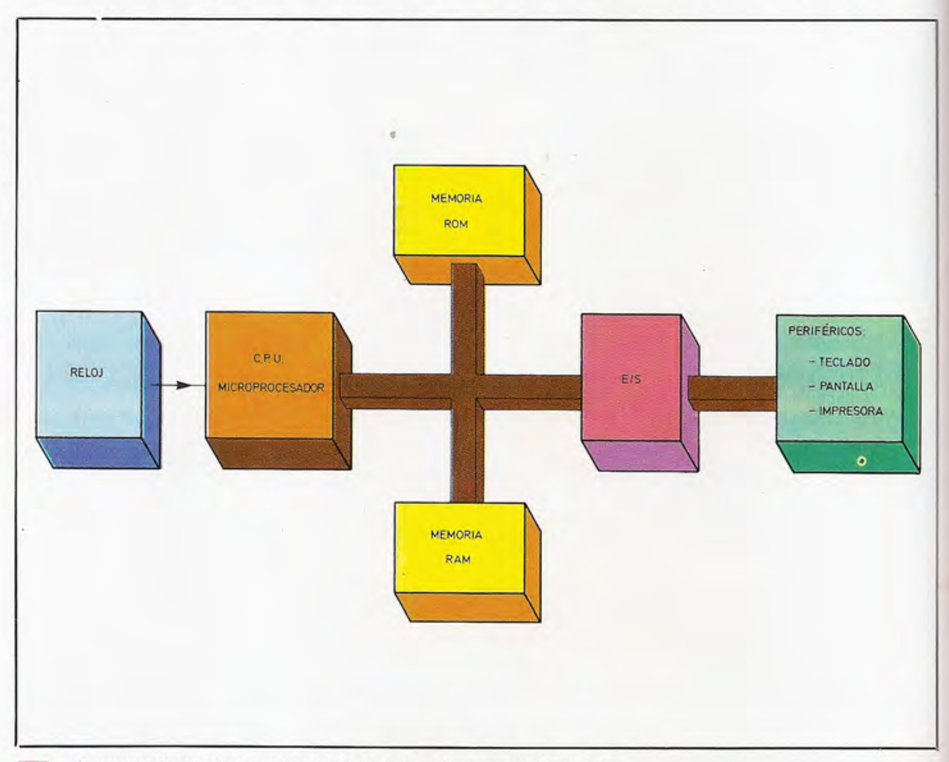
Tal definición es extensiva a la generalidad de equipos destinados al tratamiento de información, cuya unidad central de proceso está organizada en torno a un microprocesador: los microordenadores. Dentro de esta gran familia, caben potentes equipos para la gestión de tareas complejas y sofisticadas, y microordenadores capacitados para distribuir su atención entre varios usuarios simultáneamente. Y, por supuesto, toda la enorme variedad de ordenadores personales.

La distinción entre el ordenador personal y los restantes microordenadores, cabe precisarla en su objetivo: equipos destinados al tratamiento de información gobernados por un usuario individual. Una característica que afecta a su ámbito de explotación, individualizado, no multiusuario.

Hay ordenadores personales especialistas en la vertiente más lúdica (juegos de acción, de reflexión, de estrategia...); inclinados a la enseñanza asistida por ordenador; versados en la confección del correo personal y el control de las cuentas domésticas; verdaderos expertos en la gestión de archivos y en el tratamiento de datos; virtuosos en el arte de automatizar el hogar; consumados expertos en la planificación de supuestos financieros; eficaces y potentes gestores de las tareas de administración en el ámbito de una pequeña o mediana empresa...

¿Qué es y que no es un ordenador personal?

Cualquier ordenador, sea cual fuere su tamaño y potencia, es un producto de la síntesis de dos elementos complementarios: un soporte físico o circuito electrónico, el «hardware» y una programación o conjunto de instrucciones, datos, programas..., el «software». Ambos elementos se conjugan en un sistema para el tratamiento de información u ordenador. Aquí aparece la distinción esencial entre el ordenador y otras máquinas capaces sólo de resolver un determinado número de tareas específicas (una calcu-



Aunque los microordenadores pueden ser sistemas muy distintos entre sí, comparten la arquitectura básica que aparece en el gráfico.



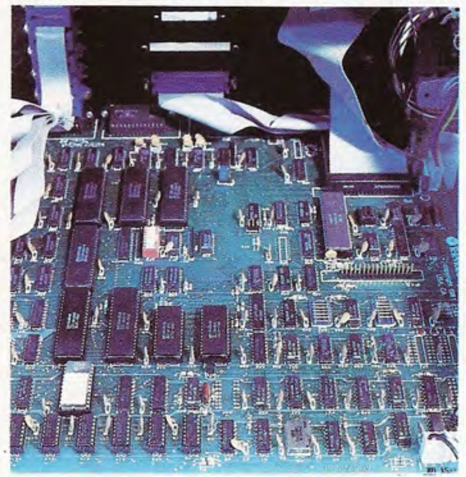
Los ordenadores personales son los sistemas microordenadores que han impulsado la revolución microinformática. Los hay de distinta complejidad y potencia, desde ordenadores domésticos hasta sistemas destinados a aplicaciones de gestión.

ladora, por ejemplo). El ordenador es un sistema cuya funcionalidad no está predefinida por su estructura física, sino que puede ser «instruido» por el usuario para realizar una u otra función introduciéndole un programa al efecto.

Una calculadora convencional es capaz de realizar ciertas operaciones matemáticas (suma, resta, multiplicación, división...), pero única y exclusivamente esas operaciones preestablecidas. Por su parte, el ordenador posee un campo de aplicación totalmente versátil, definible en cualquier instante por medio del adecuado programa. Puede realizar cálculos complejos en los que intervengan secuencias de operaciones, comparaciones y decisiones, y su efectividad no se limita a los cálculos matemáticos, sino que se extiende a cualquier aplicación definible como tratamiento de información sea ésta de naturaleza simplemente numérica o alfanumérica.

La diferencia del ordenador con otras máquinas más sofisticadas y que, en muchos casos, incorporan en su interior un microprocesador, es ya más sutil. Las consolas de video-juegos constituyen un perfecto ejemplo de equipo dotado de una unidad central de proceso integrada (un microprocesador), y capaz de ejecutar un programa (el cartucho de juego). En este caso, la distinción básica reside en que tales máquinas siguen encerradas dentro de un marco de aplicación específico: la ejecución de juegos sobre una pantalla. No están abiertas a lenguajes de programación que versatilicen sus posibilidades, y tampoco dis-

Los elementos básicos de un sistema para el tratamiento de información son la circuitería física (hardware) y la propia información (programas y datos: el software).





En los microordenadores el elemento hardware está constituido por un conjunto de circuitos electrónicos cuyo núcleo central es el «chip» microprocesador.



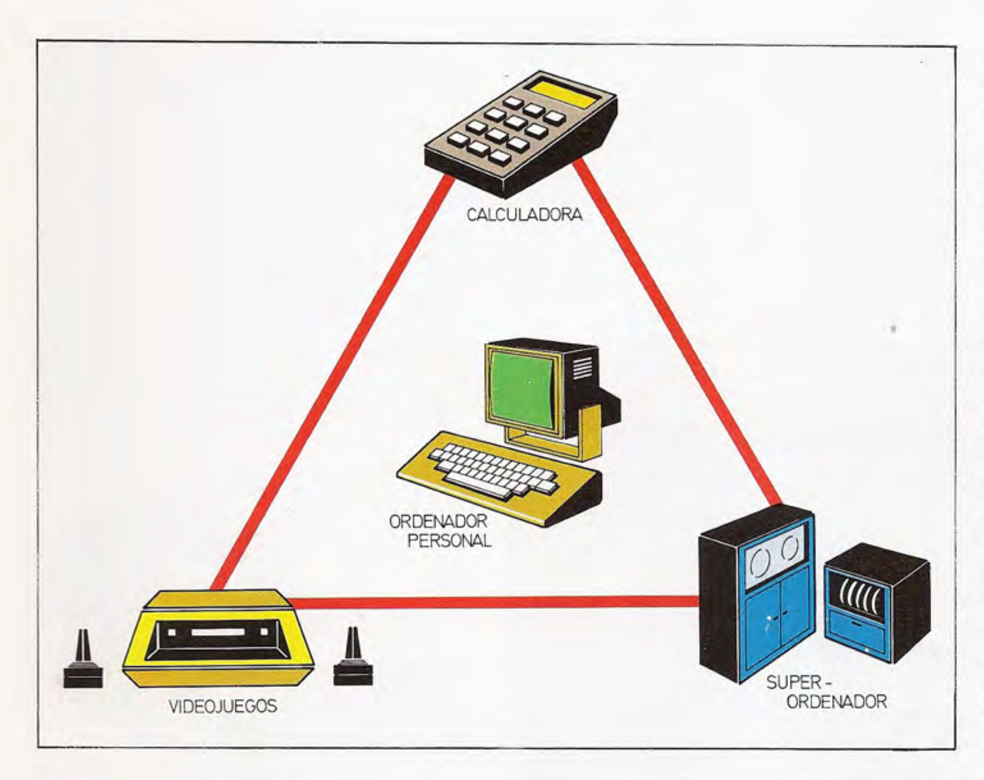
La mayor parte de los ordenadores personales aceptan como dispositivos periféricos aparatos no diseñados para este cometido. Tal es el caso de los magnetófonos que suelen utilizarse como unidades de memoria de masiva.



En el peldaño inferior de la familia microinformática, caben equipos de reducidas dimensiones que incorporan el teclado dentro del mismo mueble que aloja a la unidad central; equipos capaces de utilizar como periféricos básicos una simple pantalla de TV y un magnetófono a casetes.



Los ordenadores para juegos son también sistemas basados en microprocesador que comparten la arquitectura clásica de los microordenadores.





ponen de un sistema operativo que ponga toda su potencialidad en manos del usuario.

Una vez delimitado el terreno de los ordenadores o máquinas programables para el tratamiento de la información, llega el momento de caracterizar al ordenador personal.

No hay que olvidar a los grandes ordenadores y tampoco a los miniordenadores, e incluso a los microordenadores evolucionados. Aunque cada vez son mayores las intersecciones entre las diversas categorías de ordenadores, puede enmarcarse al ordenador personal en una zona propia. Dentro de un ámbito delimitado por su definición más amplia: máquina programable basada en microprocesador, destinada al tratamiento de información y orientada al usuario individual; con una gama de periféricos, sistemas operativos, lenguajes de programación y programas de aplicación concebidos específicamente para su explotación.

Para saber más

Circuito lógico

Conjunto organizado de componentes electrónicos que permite sintetizar funciones de variables lógicas.

Circuito integrado

Circuito en el que todos sus componentes están integrados en una sola pieza de material semiconductor.

Programa

Conjunto de instrucciones que al ser ejecutadas secuencialmente permiten la realización de una tarea.

Microprocesador

Un microprocesador es un circuito integrado capaz de ejecutar un programa, operando datos y controlando a las unidades implicadas.

Unidad central de proceso (CPU)

Unidad que controla y coordina todas las actividades que lleva a cabo un sistema ordenador. En ella se realizan las operaciones de interpretación del programa y de tratamiento aritmético y lógico de los datos.

Microordenador

Sistema para el tratamiento de información cuya unidad central de proceso es un microprocesador.

Bit

Contracción de dígito binario (0 ó 1), se utiliza para designar a la unidad elemental de información binaria.

¿Cuáles son las principales características de un microordenador?

Son sistemas orientados al tratamiento de la información de reducido tamaño y basados en un microprocesador.

¿Cuáles son sus unidades básicas?

El microprocesador que constituye la unidad central de proceso, la memoria encargada de almacenar instrucciones y datos, la unidad de entrada/salida que permite establecer las comunicaciones con los periféricos y los propios dispositivos periféricos.

¿Cómo se implementan las distintas unidades básicas de un microordenador?

Mediante varios circuitos integrados de alta escala de integración (LSI) o por medio de un único chip (microordenadores monopastilla).

¿Cuáles son las unidades funcionales de un microordenador?

- CPU (microprocesador).
- Memoria.
- Unidades de entrada/salida.
- Periféricos.

¿En qué se diferencian las memorias de tipo ROM y RAM?

La memoria ROM sólo permite leer la información que almacena y suele estar grabada por el fabricante, mientras la memoria RAM permite tanto operaciones de lectura como de escritura y es utilizada libremente por el usuario.

Estructura de un sistema microordenador

CPU, memoria y dispositivos periféricos



Tal como ya se ha indicado en anteriores capítulos, la unidad central de proceso (CPU) es el verdadero «cerebro» del ordenador. Sabemos también que, en los microordenadores, la unidad central de proceso está integrada en un chip denominado microprocesador.

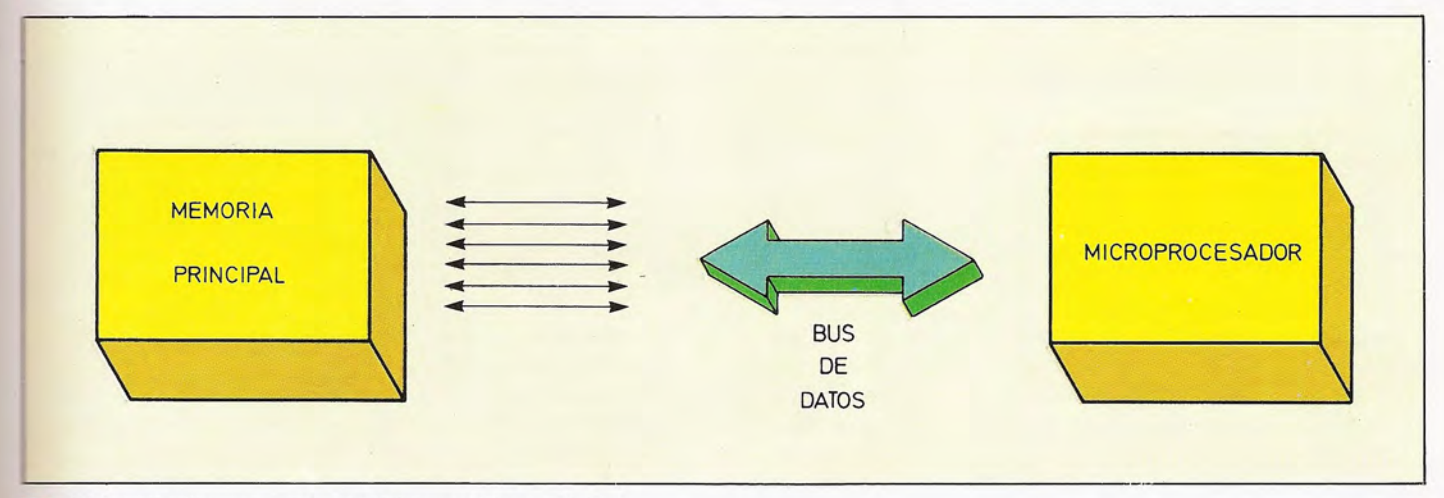
La misión encomendada a la CPU es la de ejecutar los programas, tanto los pertenecientes al software de base, como los de aplicación o los creados por el propio usuario. En ambos casos, es necesario procesar instrucciones, operar datos y controlar la actuación de las unidades implicadas.

A la hora de estudiar la arquitectura de la unidad central de proceso cabe distinguir entre su estructura exterior (líneas y buses de comunicación) y su organización interna.

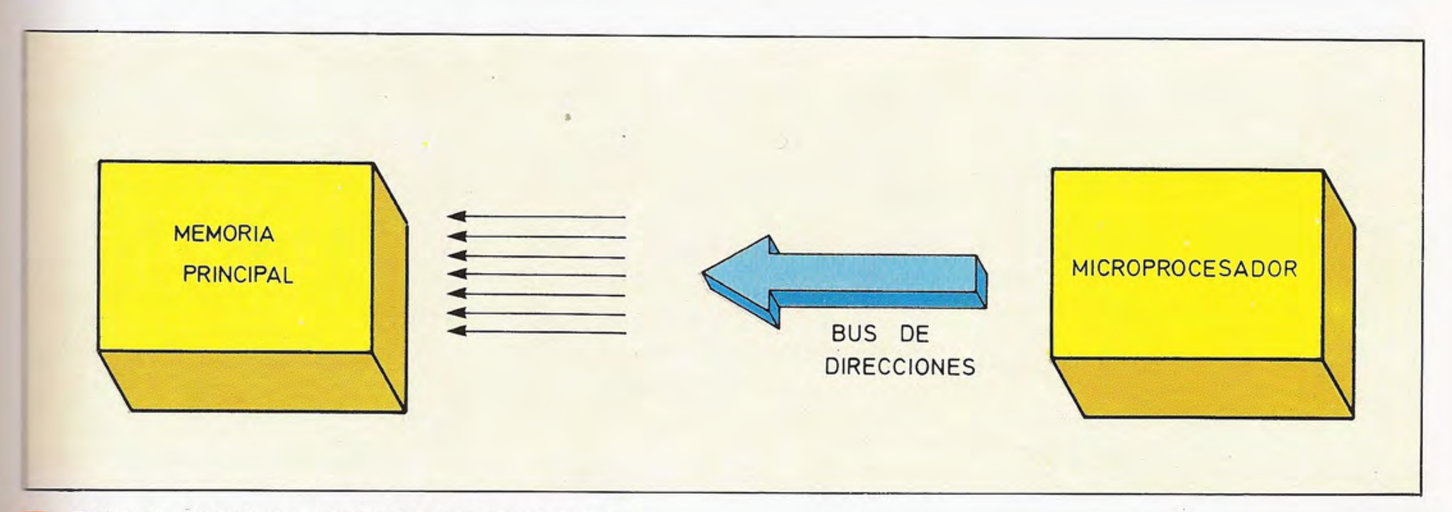
La estructura externa de la CPU es la que le permite comunicarse con las restantes unidades que integran el sistema ordenador. Esta, consta de tres buses o grupos de líneas: bus de datos, bus de direcciones y bus de control.

Bus de datos

Es utilizado por la CPU para realizar el intercambio de instrucciones y datos con el exterior; este intercambio se realiza a través de un conjunto de líneas, una por cada bit, tanto desde la CPU ha-



El bus de datos permite establecer el intercambio de información entre el microprocesador (CPU de los sistemas microordenadores) y las restantes unidades del sistema.



El bus de direcciones canaliza los bits de las palabras binarias de dirección. La palabra transferida apunta a la posición en la cual se va a escribir o a leer información a través del bus de datos.

cia el exterior como en sentido inverso.

Una de las características esenciales de cualquier microprocesador (CPU de un sistema microordenador) es el número de bits que transfiere simultáneamente a través del bus de datos. Obviamente, a cada bit corresponde una línea del referido bus.

La mayor parte de los microordenadores actuales están basados en microprocesadores cuyo bus de datos es de 8 ó 16 bits; si bien, hay algunos modelos que disponen de un bus de datos para canalizar palabras de 32 bits.

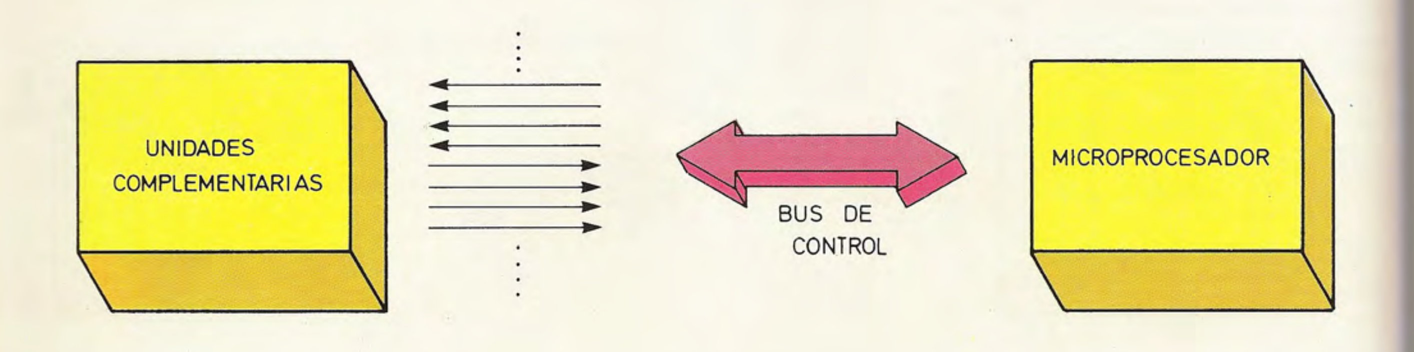
Bus de direcciones

Este nuevo mazo de líneas se utiliza para transferir en el seno del microordenador las palabras binarias representativas de direcciones de memoria. A través del mismo, el microprocesador accederá selectivamente a las posiciones de la memoria central en las que haya que escribir o de las que haya que leer su contenido.

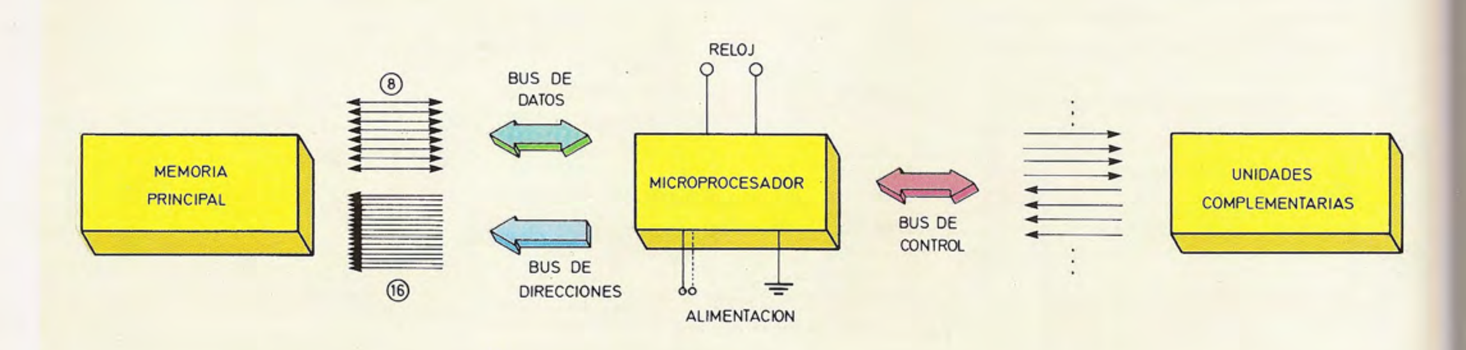
Para determinar el volumen de memoria directamente accesible por la CPU, hay que tener en cuenta el número de líneas que integran el bus de direcciones. Generalmente, los microprocesadores de 8 bits poseen un bus de direcciones de 16 líneas.

Bus de control

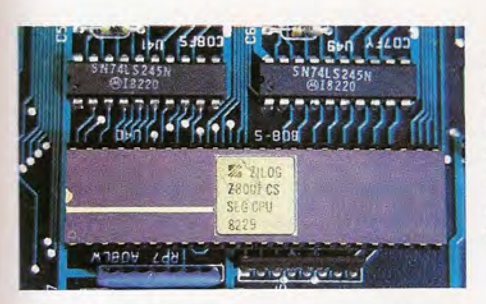
Está formado por un número variable de líneas a través de las que el microprocesador controla a las unidades complementarias. Evidentemente, el número de líneas depende directamente del tipo de CPU utilizada.



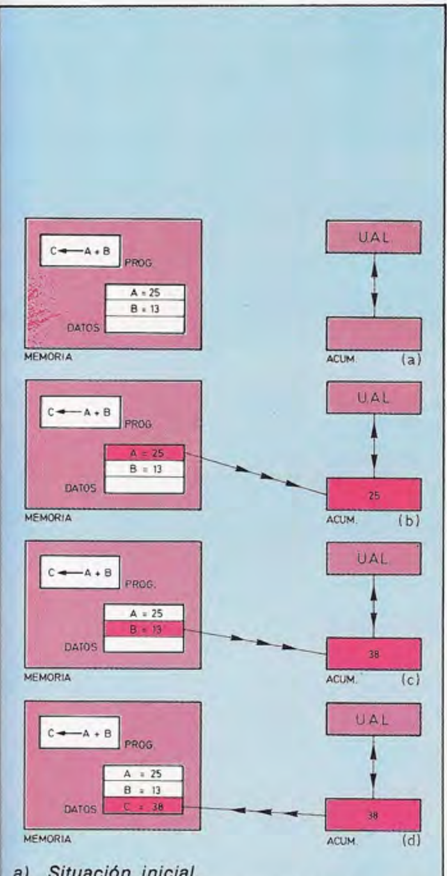
El bus de control agrupa a un conjunto variable de líneas, tanto de entrada como de salida, que permiten a la CPU gobernar a las diversas unidades del sistema conjunto.



Organización externa de un microprocesador convencional de 8 bits actuando como unidad central de proceso de un sistema microordenador.



El microprocesador constituye la unidad central de proceso de los microordenadores. En la fotografía aparece la CPU de un microordenador de gestión: el microprocesador de 16 bits Z 8001 de la firma Zilog.



a) Situación inicial.
b) Carga del primer sumando en el acumulador.
c) Adición del segundo sumando al contenido del acumulador.
d) Almacenamiento del resultado.

Esquema de funcionamiento de la unidad aritmético-lógica durante el proceso de ejecución de una instrucción de suma.

Además de los tres buses mencionados, la CPU necesita una fuente de alimentación y un reloj para sincronizar las operaciones. Este último entrega una señal periódica a la CPU que ésta utilizará para acompasar cuantas operaciones se realicen en el seno del microordenador.

La esencia de la CPU

Una vez descritos los tres buses o mazos de líneas de comunicación que enlazan a la CPU con las unidades complementarias, es hora de llevar la vista al interior del «cerebro» que rige el funcionamiento del sistema.

Los dos componentes básicos que integran la CPU son la unidad de control y la unidad aritmético-lógica.

Unidad de control

Se encarga de interpretar las instrucciones del programa y desencadenar las operaciones necesarias para su ejecución. Para ello debe controlar el funcionamiento de las unidades externas e internas implicadas.

Dispone de un registro contador de instrucciones, que apunta a la dirección de memoria en la que se encuentra la próxima instrucción a ejecutar. Evidentemente, este registro está conectado al bus de direcciones y posee tantos bits como líneas tiene el citado bus.

Dado que el orden en que se deben ejecutar las instrucciones de un programa es secuencial, el contenido del contador de instrucciones se incrementará en una unidad cada vez que se ejecute una instrucción, excepto cuando la propia ejecución ordene a la unidad de control una alteración en el orden de proceso. La unidad de control también dispone de un registro especial (registro de instrucciones) al que transfiere la instrucción desde la memoria con objeto de facilitar su interpretación y ejecución.

Unidad aritmético-lógica

La unidad aritmético-lógica (UAL) es la encargada de operar los datos, de forma lógica o aritmética, de acuerdo a las órdenes que recibe de la unidad de control. Cabe afirmar que la unidad de control maneja las instrucciones y la aritmético-lógica los datos.

La forma de distinguir si una información es instrucción o dato, es obligando a que la primera palabra procesada sea una instrucción; a continuación, las propias instrucciones se encargan de revelar la naturaleza de la posterior información a tratar. La unidad aritmético-lógica puede disponer de uno o dos registros especiales, denominados *acumuladores*, con los que opera; ya sea directamente con su contenido o bien con su contenido más la información presente en el bus de datos.

Para saber más

¿Cuáles son los buses y líneas esenciales que parten de la unidad central de proceso?

Las líneas de alimentación y de reloj y los buses de datos, direcciones y control.

¿Qué misión cumple el reloj?

Permite a la CPU secuenciar correctamente las operaciones y actividades de proceso.

¿Qué diferencia existe entre los tres buses?

El bus de datos sirve para realizar el intercambio de instrucciones y datos; el de direcciones apunta a la posición de la memoria en la que se va a leer o escribir información, y el de control se encarga de gobernar y controlar a las unidades complementarias.

¿Cuáles son las unidades básicas que integran la CPU?

La unidad de control que procesa las instrucciones y la unidad aritmético-lógica que se encarga de operar los datos.

Para saber más

¿Se puede ejecutar directamente un programa almacenado en una cinta magnética?

No. La intervención de la memoria principal es esencial para la ejecución de un programa, por tanto, habrá que pasarlo previamente de la memoria auxiliar (cinta magnética) a la memoria principal para que sea posible su ejecución.

¿Se puede utilizar la memoria ROM para almacenar datos?

No. Unicamente puede contener los programas cargados por el fabricante (sistema operativo, programas de utilidad, etc.) y algunos datos fijos. El usuario sólo puede utilizar dichos programas (leerlos), pero nunca modificarlos.

¿En qué consiste la volatilidad de la memoria?

En la pérdida de su contenido ante la falta de fluido eléctrico. Las memorias RAM son volátiles, pero la ROM y la mayoría de las memorias auxiliares no lo son.

¿Se puede ampliar la memoria principal de un microordenador?

Sí. Siempre que el bus de direcciones pueda apuntar hasta la última palabra de la unidad de memoria utilizada en la ampliación.

¿A qué se denomina caudal?

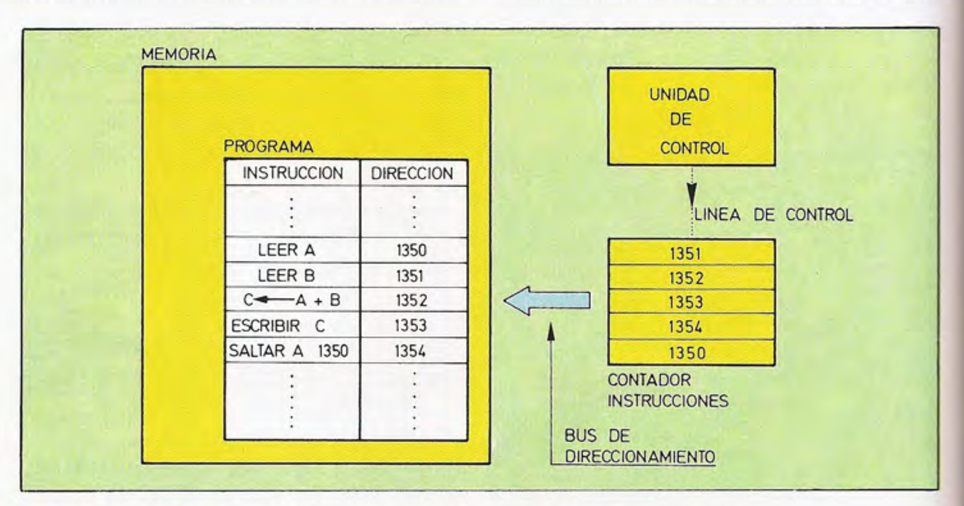
A la cantidad de información por unidad de tiempo que se puede transmitir entre la memoria y la CPU. Las unidades utilizadas para representar el caudal son el Kilobyte por segundo y el Megabyte por segundo.

Unidades de memoria

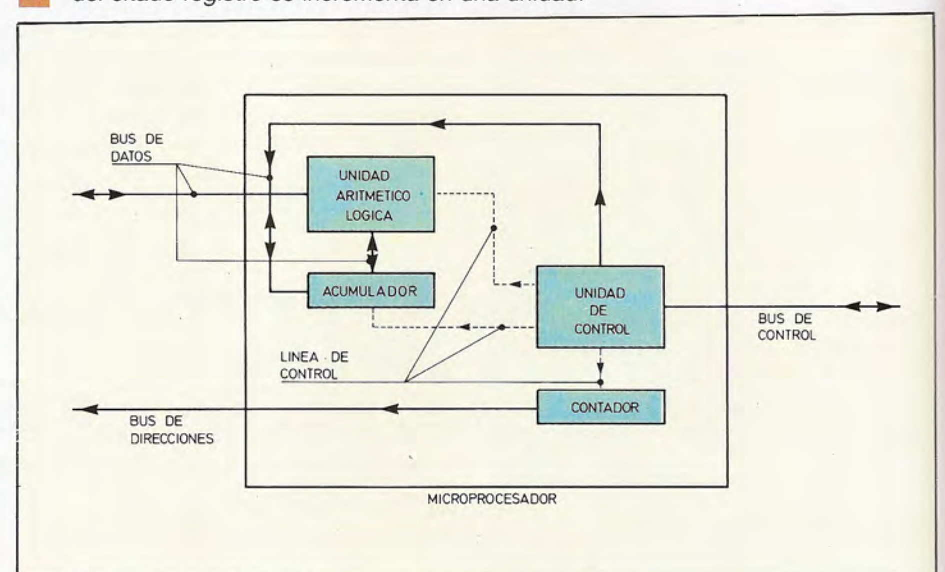
El concepto de memoria se aplica a todo dispositivo electrónico capaz de almacenar información. De esta forma, consideramos como memoria de un ordenador tanto a la memoria central utilizada por la CPU para la ejecución de programas, como a la auxiliar que servirá para almacenar información de forma masiva. La diferencia primordial entre estos dos tipos de unidades de memoria es que el contenido de la auxiliar no puede ser procesado directamente por la CPU.

Por ejemplo, si disponemos de un programa almacenado en disco magnético (memoria auxiliar), y queremos ejecutarlo, es imprescindible cargarlo previamente en la memoria principal.

Los dos próximos apartados esboza-



Evolución del contenido del registro contador de instrucciones durante la ejecución del programa que aparece almacenado en memoria. Salvo al ejecutar instrucciones de salto, el contenido del citado registro se incrementa en una unidad.



Arquitectura interna típica de una unidad central de proceso constituida, por ejemplo, por un chip microprocesador.

rán el cometido de la memoria principal del ordenador, diferenciando entre las zonas RAM y ROM.

Memoria RAM

La memoria RAM (Random Access Memory) se denomina también memoria de lectura/escritura (R/W, Read/Write), ya que en ella se puede leer o escribir información indistintamente.

Las vías de comunicación de la memoria con la CPU (por ejemplo, con el microprocesador) son el *bus de direcciones,* mediante el cual se apunta a la dirección de memoria que ocupa o va a ocupar la información, y el bus de datos, a través del que se canaliza la instrucción o dato. Esta transmisión puede efectuarse en los dos sentidos, es decir: desde el exterior hacia la memoria o desde la memoria hacia el exterior.

La forma de determinar si la información va a ser leída o escrita en la memoria principal es a través de una señal de control con dos estados posibles: uno implica lectura y otro escritura. En ambos casos la operación se realizará a través del bus de datos. Otra señal de control autorizará o no la utilización de la memoria. Todas las operaciones con la memoria están controladas por la uni-



La memoria principal de los sistemas microordenadores consta de dos zonas de almacenamiento: memoria ROM y memoria RAM.

dad de control integrada en la CPU (microprocesador).

Dentro del ordenador o microordenador, la memoria RAM se utiliza tanto para almacenar programas y datos como para guardar resultados intermedios.

Otra característica de la memoria RAM es su volatilidad: la falta de alimentación eléctrica hace desaparecer toda la información que estuviera almacenada en ella. Esto no debe suponer un grave problema, puesto que el usuario debe tener almacenados sus programas y datos en una memoria auxiliar no volátil (cinta magnética, disco flexible o rígido...) de forma que el único riesgo ante una falta de energía se reduzca a la pérdida de las modificaciones efectuadas durante la sesión en curso.

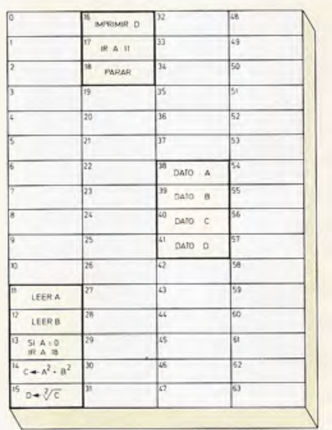
Memoria ROM

La memoria ROM (Read Only Memory) sólo permite la operación de lectura, de forma que los programas grabados en ella por el fabricante pueden ser leídos y utilizados, pero nunca modificados.

La comunicación con el microprocesador se efectúa, al igual que en las memorias de tipo RAM, a través de los buses de direcciones y datos. No obstante, en este caso, el bus de datos sólo permite la salida de información desde la memoria hacia el exterior y no al revés.

La señal de control sólo interviene para autorizar la utilización de la memoria ROM.

BREVE DESCRIPCION DE LA EJECUCION DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE HIPOTENUSAS



Representación de la memoria principal de un ordenador en la que está almacenado un programa para el cálculo de la hipotenusa de un triángulo rectángulo en función de los catetos.

Después de ejecutar el programa propuesto en la figura anterior con los datos reflejados en las fichas, la memoria queda como se indica en el gráfico central. La zona de la derecha muestra el correspondiente listado final.

INSTRUCCION	EJECUCION	INTRUCCION	EJECUCION
11. LEER A	La unidad de control acepta por el dispositivo de entrada un dato que se almacena en la posición 38 de la memoria (a la que simbólicamente se la llama A).	15. $D \leftarrow \sqrt{C}$	Se calcula la raíz cuadrada de la palabra 40 (C) y se almacena el resultado en la posición 41 (D).
12. LEER B	Análogo.	16. IMPRIMIR D	La unidad de control imprime por un dispositivo de salida el valor contenido en la posición 42 (D).
13. SI A=0 IR A 18	La unidad aritmético-lógica ejecuta la instrucción. Comprueba si el valor cargado en la palabra 38 (A) es igual a 0. En caso afirmativo, se altera la secuencia y se ejecuta la instrucción 18; en caso negativo, se continúa en secuencia.	17. IR A 11	Mediante una alteración en el registro contador de instrucciones de la unidad de control se produce una variación en la secuencia de ejecución, de forma que la siguiente instrucción será la contenida en la dirección 11.
14. $C \leftarrow A^2 + B^2$	La unidad aritmético-lógica calcula la expresión ($A^2 + B^2$) y carga el resultado en la posición 40 (C). Esta variable es utilizada como valor intermedio.	18. PARAR	La unidad de control da por terminada la ejecución del programa, con lo que la memoria utilizada queda libre.

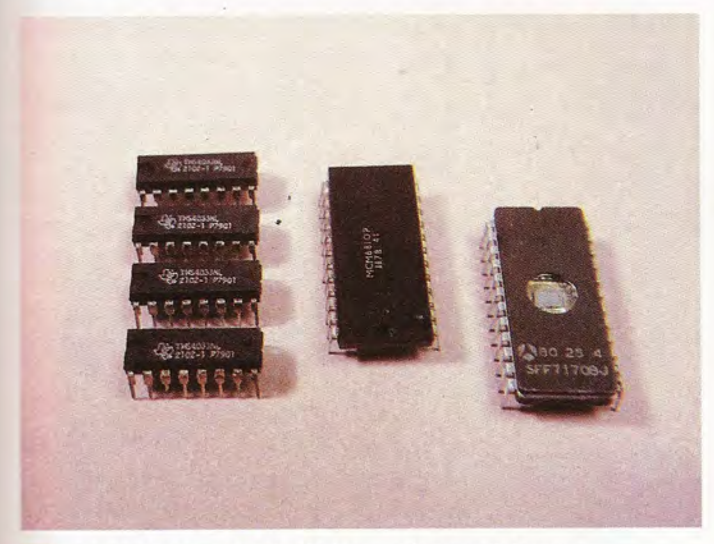
Evidentemente, las memorias de este tipo no son volátiles dado que su contenido es fijo y no puede reprogramarse. Por lo demás, si se perdiera la información contenida en ellas, quedarían inutilizables.

La memoria principal de un microordenador puede ampliarse, incrementando el número de unidades conectadas. La única limitación consiste en la capacidad de direccionamiento del bus de direcciones. Normalmente, los microprocesadores de 8 bits (CPU de los microordenadores de 8 bits) suelen disponer de 16 líneas en dicho bus, con lo que pueden llegar hasta $2^{16} = 65.536$ direcciones distintas. Como cada dirección está ocupada por una palabra de 8 bits (byte), el tope máximo de ampliación de este tipo de microordenadores es de 64 Kbytes ($64 \times 1.024 = 65.536$).

Otro indicador importante para caracterizar una memoria es el *caudal;* así se denomina al número máximo de informaciones leídas o escritas en la memoria por unidad de tiempo. La unidad más usual para medir el caudal es el Kilobyte por segundo o el Megabyte por segundo. Por ejemplo, podemos hablar de un caudal de 15 Kilobytes por segundo si el bus de datos puede transmitir $15 \times 1.024 = 15.360$ bytes por segundo.

Cometido de la unidad aritmético-lógica

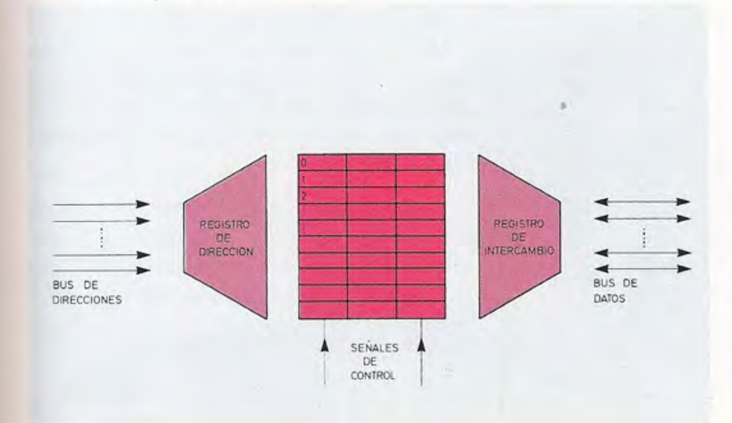
La unidad aritmético-lógica (UAL), integrada en la CPU del ordenador, es la



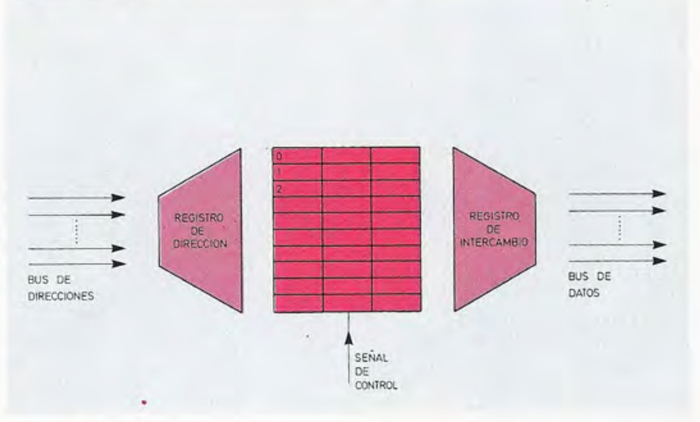
La zona de memoria de los modernos sistemas microordenadores está constituida a base de la asociación de circuitos integrados de memoria, cuya capacidad por chip puede variar desde algunos bytes hasta más de un millar de Kbytes.



Algunos microordenadores domésticos permiten la ampliación de la memoria principal por medio de la incorporación de módulos exteriores de memoria RAM o ROM.



Estructura típica de una unidad de memoria RAM. Obsérvese que en este tipo de memorias (de lectura y escritura) los datos pueden entrar o salir de la unidad a través del correspondiente bus de datos.



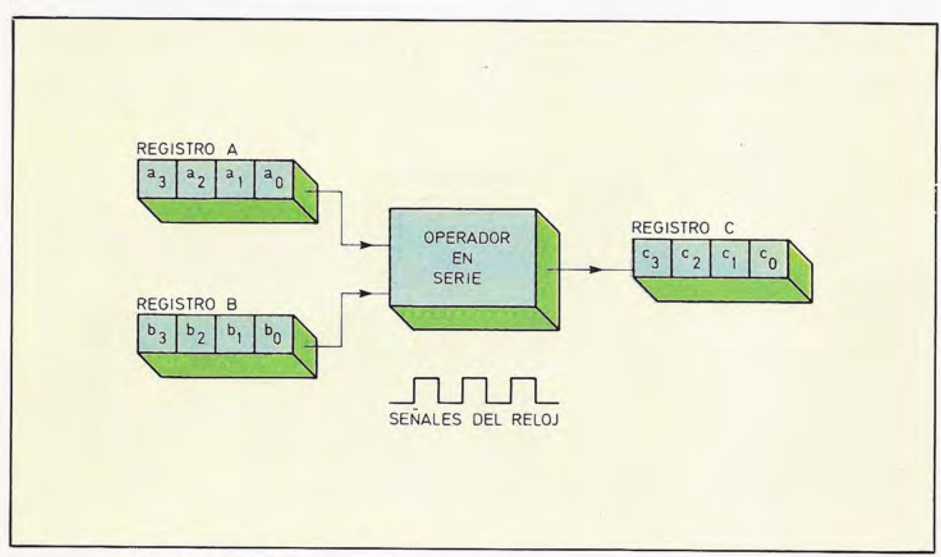
Organización de una unidad de memoria ROM. Dada su característica de memoria de solo lectura, los datos se canalizan sólo en un sentido: del interior de la memoria hacia el exterior a través del bus de datos.

responsable de efectuar la manipulación y operación de los datos.

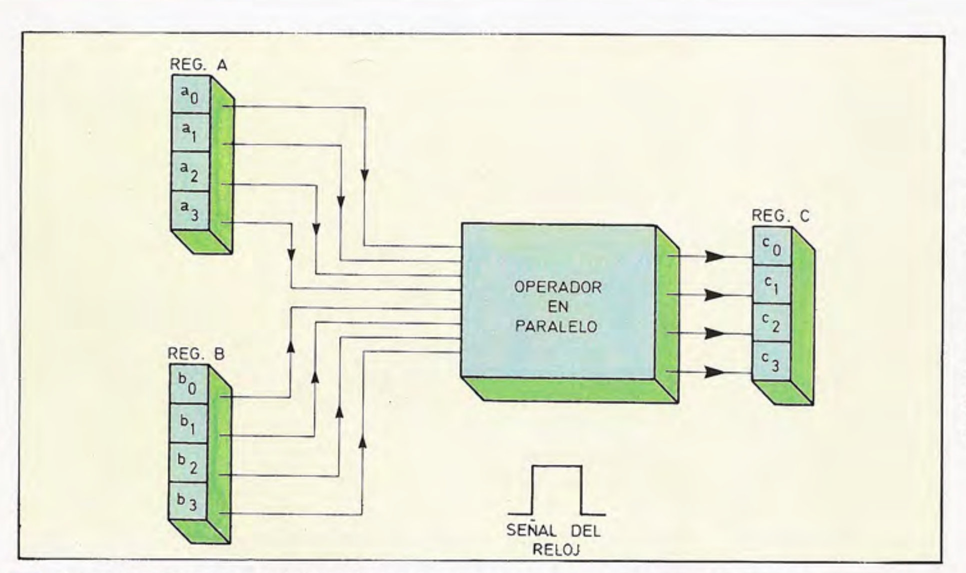
La UAL es capaz de efectuar un determinado número de operaciones elementales, en consonancia con el repertorio de instrucciones de nivel máquina que caracterice a la unidad central de proceso del ordenador.

Estas operaciones pueden ser de tres tipos: operaciones lógicas, operaciones aritméticas y operaciones de desplazamiento.

Para resolver cualquier operación compleja es necesario reducirla a operaciones elementales que sean procesables por la UAL. Tanto la estructura como el procedimiento operativo y el repertorio funcional suelen ser muy parecidos en todas las unidades aritmético-lógicas del mismo tipo. Las diferencias sensibles surgen al comparar unidades de distintos tipos.



Un operador en serie trabaja secuencialmente con pares de bits. Para completar una operación sobre dos registros de cuatro bits cada uno, se necesitan cuatro impulsos de reloj.



Un operador en paralelo trabaja simultáneamente con todos los bits de los registros de entrada. Una operación elemental sobre dos registros se ejecuta mediante un único impulso de reloj.

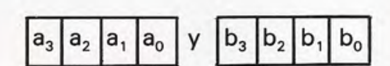
Procedimientos operativos

Sólo existen dos procedimientos básicos operativos para la UAL: en serie y en paralelo.

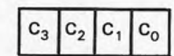
- *Procedimiento en serie*

Un circuito lógico que trabaja en serie, ejecuta las operaciones secuencialmente, bit a bit.

Suponga que las entradas al operador en serie proceden de dos registros, A y B, de cuatro bits cada uno:



Y que el resultado se deposita en un registro C, también de cuatro bits:



Una UAL provista de un operador de tipo serie, operará los datos A y B, bit a bit, depositando los sucesivos bits del resultado en las respectivas posiciones de bit del registro C.

Cada operación elemental precisa un impulso del reloj y la UAL sólo opera simultáneamente sobre un par de elementos, por lo que los operadores en serie son más económicos que los operadores en paralelo, aunque más lentos.

La UAL procede de la siguiente forma:

1. Opera sobre los bits a_0 y b_0 y almacena el resultado en c_0.
2. Opera sobre los bits a_1 y b_1 y almacena el resultado en c_1.

3. Opera sobre los bits a_2 y b_2 y almacena el resultado en c_2.

4. Y, finalmente, opera sobre los bits a_3 y b_3 y almacena el resultado en c_3.

- *Procedimiento en paralelo*

Un circuito lógico trabaja en paralelo cuando efectúa simultáneamente la operación sobre todos los bits que componen cada dato. Suponiendo los mismos registros de entrada, A y B, que en el caso anterior, y el mismo registro de salida C, la operación se lleva a cabo ahora en una sola fase y, por tanto, es necesario un único impulso del reloj. El resultado se almacena, completo, en el registro C.

Para conseguir esto, el operador paralelo utiliza cuatro circuitos operativos elementales y, en consecuencia será más caro que el operador de tipo serie, aunque también será cuatro veces más rápido.

El procedimiento consta en esta ocasión de un único paso:

1. Operación con los registros A y B, y almacenamiento del resultado en el registro C.

Los microprocesadores actuales incorporan generalmente una UAL de tipo paralelo, debido a la mayor velocidda alcanzada por este procedimiento, y a que la microelectrónica permite hoy día integrar los componentes necesarios en un volumen físico reducido.

Los operadores en paralelo pueden, a su vez, subdividirse en razón al tipo de registros asociados. Los dos grupos más importantes se describen a continuación.

Operadores con dos registros de entrada y un registro de salida

Este es el caso más sencillo. Los dos registros de entrada memorizan los datos con los que se va a operar; el registro de salida contiene el resultado de la operación.

Los tres registros son independientes entre sí. Su funcionamiento es análogo al descrito anteriormente para el procedimiento en paralelo.

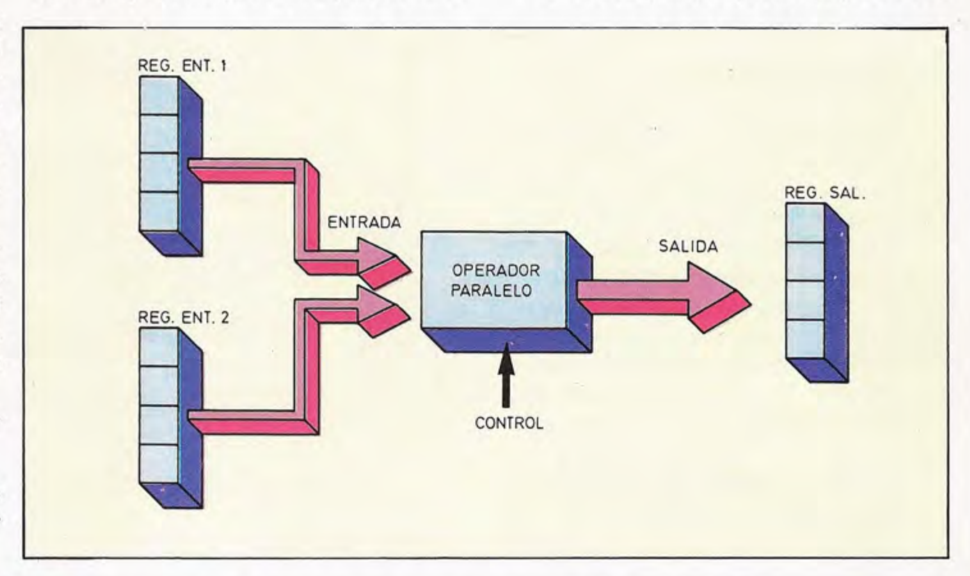
Operadores con acumulador, en paralelo

En este caso tan sólo se dispone de un único registro de entrada. El segundo dato y el resultado comparten un registro especial llamado acumulador. Su funcionamiento es el siguiente:

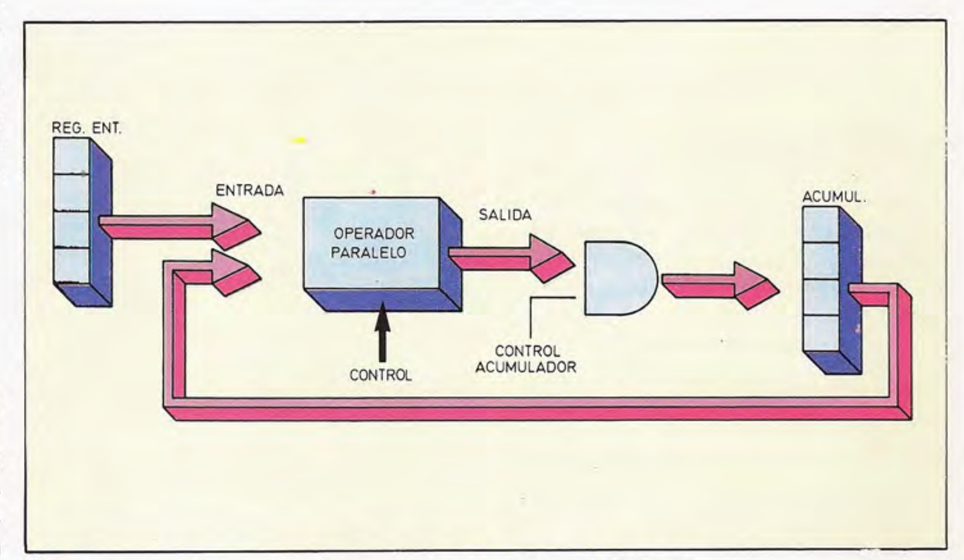
1. Se carga en el acumulador el primer dato, procedente del registro de entrada.

2. Se carga el segundo dato en el registro de entrada. Los dos operandos están ahora almacenados, uno en el acumulador y otro en el registro de entrada.

3. Se realiza la operación y se susti-



Ejemplo de un operador en paralelo desprovisto de acumulador. La entrada y la salida de este tipo de circuitos se encuentran totalmente independizadas.



Operador paralelo con acumulador. Uno de los datos entra por el registro de entrada y el segundo por el acumulador. El resultado de la operación se deposita en el acumulador.

tuye el contenido del acumulador por el resultado de dicha operación.

Los microprocesadores actuales trabajan, generalmente, con unidades aritmético-lógicas de este último tipo. Es decir, la UAL es un circuito operador en paralelo con acumulador.

A partir de la tabla de verdad asociada a la operación booleana AND se deducen las siguientes condiciones que debe cumplir el circuito de la UAL:

1. Si el bit almacenado en el registro de entrada es igual a 0, el biestable del acumulador debe ser puesto a 0.

2. Sí, por el contrario, el bit almacenado en el registro de entrada es igual a 1, el contenido del acumulador permanece inalterado.

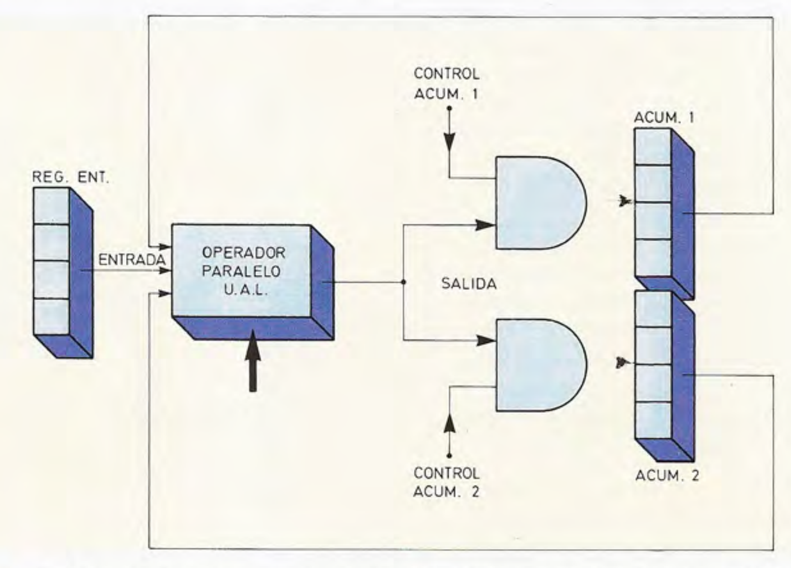
Las dos únicas operaciones básicas que es capaz de ejecutar una UAL son la suma y la resta. Normalmente estas operaciones se realizan sobre números codificados en binario natural. A continuación vamos a construir el circuito encargado de la suma aritmética.

El circuito utilizará tres entradas: A y

Organización de la UAL

La organización de la UAL se completa con las señales externas, mediante las cuales es gobernada por la unidad de control (los comandos de operación), y con un determinado número de salidas hacia los denominados biestables de estado. Estos recogen algunas condiciones especiales surgidas al ejecutar una operación en la UAL (resultado igual a cero, desbordamiento de la capacidad del registro, etc.).

Es necesario también garantizar la sincronización del funcinamiento de la UAL. Esta tarea está encomendada a un conjunto de señales de control que, estrictamente, no acceden a la UAL, sino que actúan sobre ella a través de los registros de entrada y del acumulador.



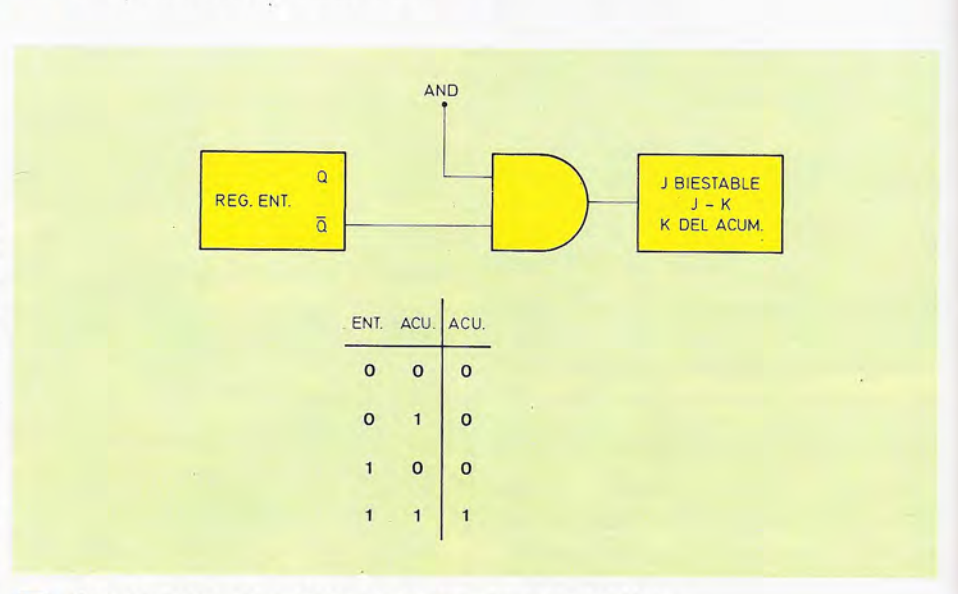
Configuración típica de una unidad aritmético-lógica con dos acumuladores. Este tipo de estructura proporciona una gran versatilidad en ordenadores de tamaño medio.

Operaciones de la UAL

Las operaciones ejecutables por la UAL se pueden clasificar en tres grandes grupos: operaciones lógicas, operaciones aritméticas y operaciones de desplazamiento.

- *Operaciones lógicas*

Las operaciones lógicas que ejecuta una UAL coinciden con funciones lógicas booleanas, y están implementadas en su interior mediante circuitos operativos situados entre el registro de entrada y el acumulador. Como ejemplo veremos la resolución circuital de la función producto lógico (AND).



ENT.	ACU.	ACU.
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Circuito destinado a efectuar la operación producto lógico de dos bits en la UAL y tabla de verdad correspondiente. La entrada AND está conectada a la salida del acumulador.

B con los bits de los dos números a sumar, y C con el acarreo procedente de la etapa anterior.

Tendrá dos salidas. Y para el resultado de la suma y Z para el acarreo a propagar en la siguiente etapa. Sin más que observar la tabla de verdad de esta operación se pueden construir las funciones de salida y, a partir de ellas, el circuito lógico sumador.

- *Operaciones de desplazamiento*

Estas operaciones alteran la posición relativa de los bits almacenados dentro de un registro.

Ejecutan dos tipos fundamentales de desplazamiento: corrimiento de todos los bits una posición hacia la izquierda, o corrimiento hacia la derecha.

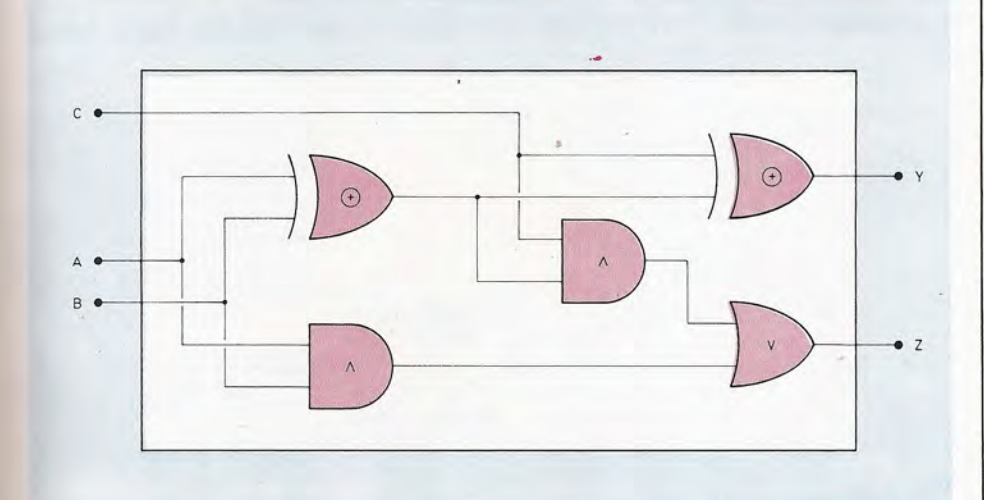
TABLA DE VERDAD Y FUNCIONES BOOLEANAS DE SALIDA PARA EL CIRCUITO LOGICO SUMADOR

C	A	B	Y	Z
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$$y = (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C) = \boxed{= A \oplus B \oplus C}$$

$$z = (A \wedge B \wedge \bar{C}) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge C) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C) = \boxed{= (A \wedge B) \vee (C \wedge (A \oplus B))}$$

Tabla de verdad y funciones lógicas que realiza un circuito lógico sumador. La entrada «C» corresponde al acarreo de la última operación y la salida «Z» al acarreo de la operación en curso.



Realización práctica, mediante puertas lógicas, de un circuito sumador de dos bits con salida de suma (Y) y de acarreo (Z).



Para saber más

¿Cuál es la configuración básica de un microordenador?

Una unidad central que contiene a la CPU, un teclado para la entrada de información y una pantalla para la salida de información. En casi todos los casos la unidad central y el teclado forman un único instrumento, mientras que la pantalla puede o no estar incluida en un bloque compacto con la unidad central y el teclado.

¿Cómo se le pueden acoplar nuevos periféricos a la configuración inicial?

En la carcasa protectora de la unidad central suelen estar previstos uno o varios conectores, por los que se puede realizar el acoplamiento de periféricos con el bus de comunicaciones. Para que el periférico funcione es necesario que sea compatible con el microordenador.

¿Cuáles son los principales periféricos de entrada para microordenadores?

Podemos destacar, en primer lugar, al teclado, que sirve para prácticamente todo tipo de operaciones de entrada (control del sistema operativo, o programa monitor, introducción de programas, entrada de datos, etc.). Usualmente, no suelen utilizarse más unidades de entrada; no obstante, existen otros muchos periféricos de entrada, entre los que podemos destacar: sintetizadores de voz, lectores ópticos, digitalizadores, etc.

¿... y cuáles los principales periféricos de salida?

La configuración mínima de cualquier microordenador incluye un monitor para la salida de información y en la mayoría de los casos, un pequeño altavoz para salida de información audible. El siguiente periférico de salida en importancia es la impresora para salida escrita y el plotter para información gráfica.

¿Un modem es un periférico?

Estrictamente no, ya que un modem sólo se encarga de la transmisión de datos. No obstante, se puede considerar como tal, ya que puede permitir la comunicación entre los distintos microordenadores.

Dispositivos periféricos

Las unidades periféricas de un ordenador (mini o micro) son aquellas que se encargan de establecer la comunicación entre el ordenador y el mundo exterior. Su actividad principal es la toma de datos, la devolución de resultados y el almacenamiento de información. Estrictamente no se pueden considerar como parte integrante del ordenador, aunque siempre que no se especifique lo contrario, al hablar de ordenador en sentido general (sistema para el tratamiento de información), incluiremos también a los periféricos.

Tipos de periféricos

Al igual que cualquier gran ordenador, los microordenadores son capaces de trabajar con dos tipos de periféricos: de comunicación y de almacenamiento.

Todos los sistemas para el proceso de datos necesitan información de entrada. Esta será procesada y almacenada después de su tratamiento. Y finalmente, presentada al usuario a través de un órgano de salida: pantalla, impresora...

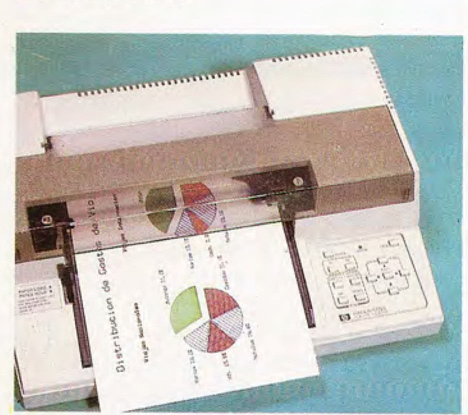
Para ilustrar el cometido de los dos tipos de unidades periféricas, esbozaremos un ejemplo extraído de la informática más tradicional. Concretamente, nos ocuparemos de un sistema para el mantenimiento de información bibliográfica. Dicho sistema exige la presencia de las siguientes unidades periféricas:

- *Unidades de comunicación*

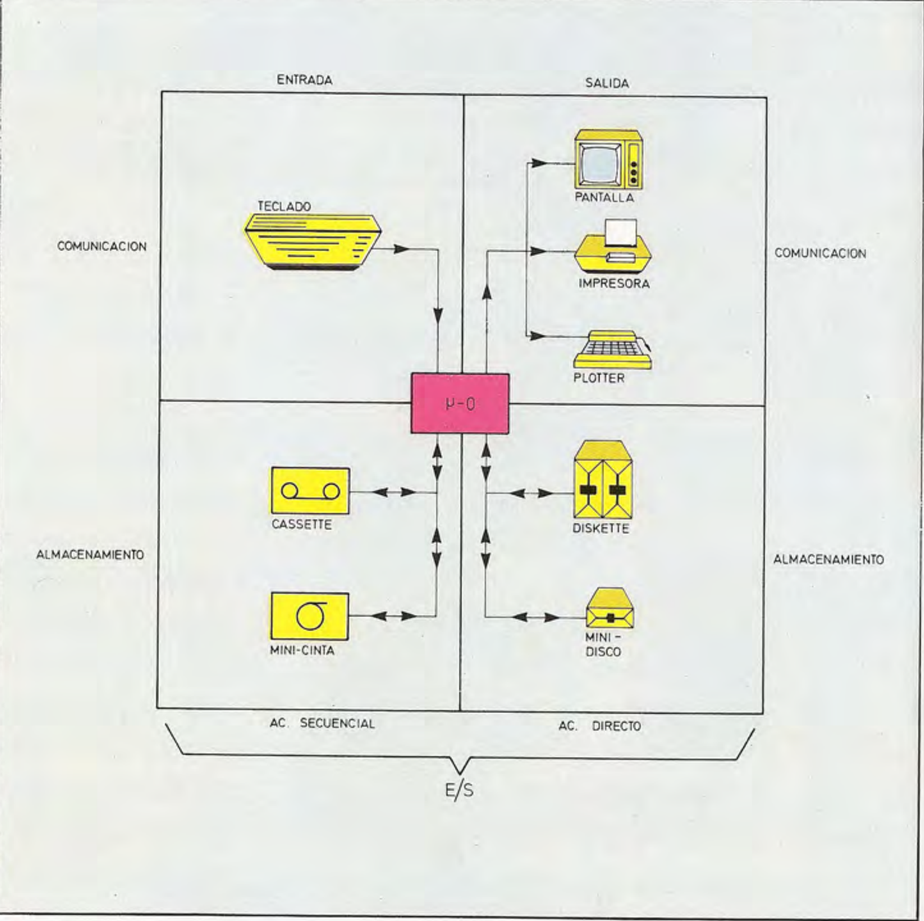
La carga inicial de los datos de la biblioteca en el ordenador se puede realizar perforando en tarjetas de información relativa a cada libro (soporte: tarjetas perforables; periférico: lectora de tarjetas). Los procesos de actualización de dichos datos, mediante altas, cambios y bajas, se realizarán también a través de tarjetas, que el ordenador depurará indicando los posibles errores mediante un listado de anomalías (soporte:



El teclado es un periférico destinado a la entrada de información (datos y programas).



El plotter o trazador gráfico es un periférico de comunicación semejante a la impresora, con la particularidad de que está especializado en la impresión de gráficos.



Los dispositivos periféricos más frecuentemente utilizados con los microordenadores pueden clasificarse en dos categorías genéricas: periféricos de comunicación y periféricos de almacenamiento.

papel continuo; periférico: impresoras). Por último, se podrán editar los informes deseados, utilizando como periférico de comunicación la impresora o una pantalla.

- *Unidades de almacenamiento*

La información suministrada al sistema a través de las unidades de comunicación, debe almacenarse en algunos dispositivos apropiados; por ejemplo, en cintas magnéticas (soporte: cinta magnética; periférico: unidad para cinta) o en discos magnéticos (soporte: disco magnético; periférico: unidad de disco).

Hoy en día, un sistema de esta índole utilizaría otros dispositivos periféricos más actuales, versátiles y eficaces que la ya histórica tarjeta perforada.



La pantalla es el periférico de comunicación utilizado para visualizar informaciones.



La consola o terminal es un periférico de comunicación integrado por un dispositivo para la entrada de información (teclado) y una unidad periférica de salida (pantalla).

Periféricos de comunicación

Los periféricos de comunicación actualmente más extendidos son: el teclado, en el capítulo de dispositivos de entrada, y la pantalla de vídeo, la impresora y el trazador gráfico o «plotter» como dispositivos de salida.

Teclado

El teclado que forma parte del terminal de un miniordenador o que acomaña a cualquier microordenador de tipo doméstico, personal o de gestión, es semejante al que incorporan las máquinas de escribir. Habitualmente, el teclado incluye tres zonas o bloques de teclas: la zona alfanumérica, con las teclas para la introducción de los caracteres del alfabeto, signos de puntuación y determinados caracteres especiales; una zona independiente de teclas para la introducción de cifras decimales y un conjunto de teclas de órdenes y de control.

Pantalla

Al igual que el periférico más usual para la entrada de datos es el teclado, para la salida, el más extendido es la pantalla. En los microordenadores su función puede ser encomendada a un periférico construido especialmente para ello (monitor de vídeo), o a la pantalla de un receptor de televisión si se trata de un ordenador de tipo doméstico.

Impresora

Obviamente, la utilidad de este periférico está en la producción de información escrita; por tanto, podemos afirmar que es una unidad de salida. Tiene dos funciones principales:

- Listado de programas

Cuando un programa es medianamente largo puede ser muy engorrosa su visualización a través de la pantalla. Su estudio y modificación será más fácil al realizarlo sobre una copia impresa.

Para saber más

¿Qué tipos de operaciones puede realizar la UAL?

Tres. Operaciones lógicas, operaciones aritméticas y operaciones de desplazamiento. En cualquiera de los casos las operaciones deben ser elementales, de forma que para realizar una operación compleja es preciso desglosarla antes en varias operaciones elementales.

¿Qué procedimientos operativos puede seguir la UAL?

Procedimiento en serie, que consiste en el tratamiento secuencial de los bits de las entradas, y procedimiento en paralelo, que consiste en operar con todos los bits de las entradas a la vez.

¿Qué ventajas e inconvenientes tienen cada uno de los procedimientos operativos?

El procedimiento operativo en serie es más barato que el procedimiento en paralelo. Sin embargo, el procedimiento en paralelo es más rápido. La mayoría de los microprocesadores utilizan procedimientos en paralelo.

¿Dentro de los procedimientos en paralelo, qué tipos de operadores existen?

Dos. Uno está formado por los operadores con dos registros de entrada y uno de salida. El otro se compone de un único registro de entrada y un registro especial, llamado acumulador.

¿Además de los operadores, qué señales son necesarias para completar la organización de la UAL?

Un grupo de señales denominadas comandos de operación, mediante las cuales la unidad de control gobierna a la UAL. Y un segundo grupo de señales encargadas de garantizar la sincronización del funcionamiento.

¿Qué son los registros de condición?

Son unos biestables que indican alguna condición especial surgida al ejecutar una operación, y que pueden ser utilizados por el programa para tomar determinadas decisiones.

• Listado de informes

Cuando los resultados producidos por un programa no son de tipo interactivo, por ejemplo una relación de libros clasificados alfabéticamente por autor, es interesante que la salida se realice a través de una impresora. Será responsabilidad del programador decidir qué datos se muestran por pantalla y qué datos por impresora.

Trazador gráfico

El «plotter» o trazador gráfico es un periférico de salida especializado en trasladar al papel dibujos y formas gráficas creadas por el ordenador con la colaboración de un programa especializado en este cometido.

Una plumilla o juego de plumillas (si se trata de un plotter en color) evolucionará sobre el papel trazando las figuras que le dicte el ordenador.

Periféricos de almacenamiento

Por lo que respecta a las unidades de almacenamiento externo permanente –las denominadas memorias masivas–, el protagonismo corresponde a los discos magnéticos de tipo flexible y rígido, además de las cintas magnéticas.

Unidades de cinta magnética

La cinta en casete, popularizada por los microordenadores de tipo doméstico, cabe considerarla como el más elemental de los periféricos destinados al almacenamiento de datos. El soporte de la información es la cinta en casete, y la unidad que lo procesa puede ser un magnetófono convencional.

El principal inconveniente es su lentitud: el tiempo utilizado para grabar o reproducir información es similar al necesario para reproducir cualquier casete musical.

Otro inconveniente a reseñar es que se trata de un soporte de almacenamiento de tipo secuencial; esto es: para grabar o leer una información en un extremo de la cinta nagnética, es necesario recorrer toda la zona de cinta previa hasta llegar al punto adecuado.

Las unidades de mini-cinta magnética, denominadas habitualmente unidades para cartuchos de tipo «streamer», constituyen una variante profesional que goza de notable difusión en el mundo de los miniordenadores y microordenadores de uso profesional. Al igual que sucede con cualquier otra unidad en la que el soporte de información es una cinta magnética, el acceso a los datos es de tipo secuencial; no obstante, su veloci-



El magnetófono a casetes, aún cuando no es un dispositivo específicamente diseñado para este cometido, suele utilizarse como periférico de almacenamiento en los microordenadores de tipo doméstico.



La impresora es otro periférico de comunicación cuyo cometido consiste en obtener una copia impresa de la información de salida.



Unidad de minicinta: realiza una función análoga a la del magnetófono, si bien, es capaz de operar con mayor velocidad.



Unidad de disco flexible: estos son los periféricos de almacenamiento más habituales en el campo de los microordenadores.

dad es muy superior a la propia de las unidades para cinta en casete de audio.

Unidades de disco

Los soportes de almacenamiento más extendidos en el mundo de los microordenadores son los discos flexibles (de 5 y 1/4 o de 3,5 pulgadas) y discos rígidos.

La capacidad habitual por disco flexible suele estar comprendida entre los 160 Kbytes y 1,5 Mbytes. Por su parte, los discos rígidos pueden poseer capacidades que van desde los 10 Mbytes hasta más de 100 Mbytes.

Cabe señalar que mientras los discos flexibles son extraíbles de la unidad de lectura/escritura, los discos rígidos no son extraíbles de su alojamiento. La mecánica de acceso a los discos rígidos es más depurada que la incorporada por las unidades de disco flexible; ello permite velocidades de acceso a la información sustancialmente más elevadas. Las unidades para disco flexible suelen venir integradas en el propio mueble del microordenador o acoplarse al sistema a modo de unidad externa. Una novedad respecto a los anteriores periféricos de almacenamiento es la posibilidad de acceder directamente a una información sin necesidad de recorrer secuencialmente todo el soporte de almacenamiento.



Las unidades de minidisco o microdisco flexible son periféricos de almacenamiento de características semejantes a las tradicionales unidades de disco flexible de 5 y 1/4 pulgadas, aunque ocupando menor espacio físico.

Máquinas de Turing

Las máquinas ideadas por el matemático alemán Turing, del que tomaron su nombre, son los procesadores más sencillos que existen. Son capaces, sin embargo, de resolver cualquier problema, por complicado que éste sea.
El modelo teórico consiste en una cinta de longitud infinita sobre la que se pueden escribir símbolos de un determinado alfabeto $\{a_0, a_1, ..., a_n\}$, entre los que obligatoriamente debe figurar el símbolo vacío (a_0 = •), y una serie de instrucciones que la máquina es capaz de ejecutar. Se puede escribir sobre uno y sólo uno de los campos de la cinta a la vez (campo activo). La cinta se puede desplazar hacia la izquierda o derecha y la máquina conoce el estado en que se encuentra en cada momento.
Los programas están formados por un número finito de instrucciones con el siguiente formato:

$$|c\ a_i\ v\ c'|$$

donde $a_i\ \varepsilon\ \{a_0, a_1, ..., a_n\}$;
$c, c'\ \varepsilon\ \{0, ..., k\}$ y $v\ \varepsilon\ \{a_0, a_1, ..., a_n, r, l, s\}$
y tan sólo pueden tener cuatro significados:

1. $|c\ a_i\ a_j\ c'|$ Cambiar el carácter a_i por a_j en el campo activo y pasar del estado c al estado c'.
2. $|c\ a_i\ r\ c'|$ Desplazar la posición activa hacia la derecha y cambiar el estado c por el c'.
3. $|c\ a_i\ l\ c'|$ Desplazar la posición activa hacia la izquierda y pasar del estado c al estado c'.
4. $|c\ a_i\ s\ c'|$ Parar la ejecución del programa.

Normalmente se trabaja con un alfabeto de dos únicos símbolos {•, 1} de forma que se codifica cualquier dígito de valor n mediante n + 1 símbolos «1» entre dos símbolos «•». Por ejemplo, la cadena de números: «5, 6, 7, 0» se representaría por:

... • 1 1 1 1 1 1 • 1 1
1 1 1 1 1 • 1 1 1 1 1
1 1 1 • 1 • ...

La ejecución del programa depende del estado en el que se encuentre la máquina y del carácter que ocupa en la cinta la posición activa. Se busca la instrucción que comience con ese par de valores y se ejecuta, después de lo cual se repite el proceso.
A título de ejemplo vamos a describir una máquina de Turing capaz de buscar el último «1» del bloque en el que se encuentre y detenerse en esa posición. El conjunto de instrucciones es el siguiente:

0	•	r	1
0	1	r	1
1	•	•	2
1	1	1	0
2	•	l	3
2	1	l	3
3	•	s	3
3	1	s	3

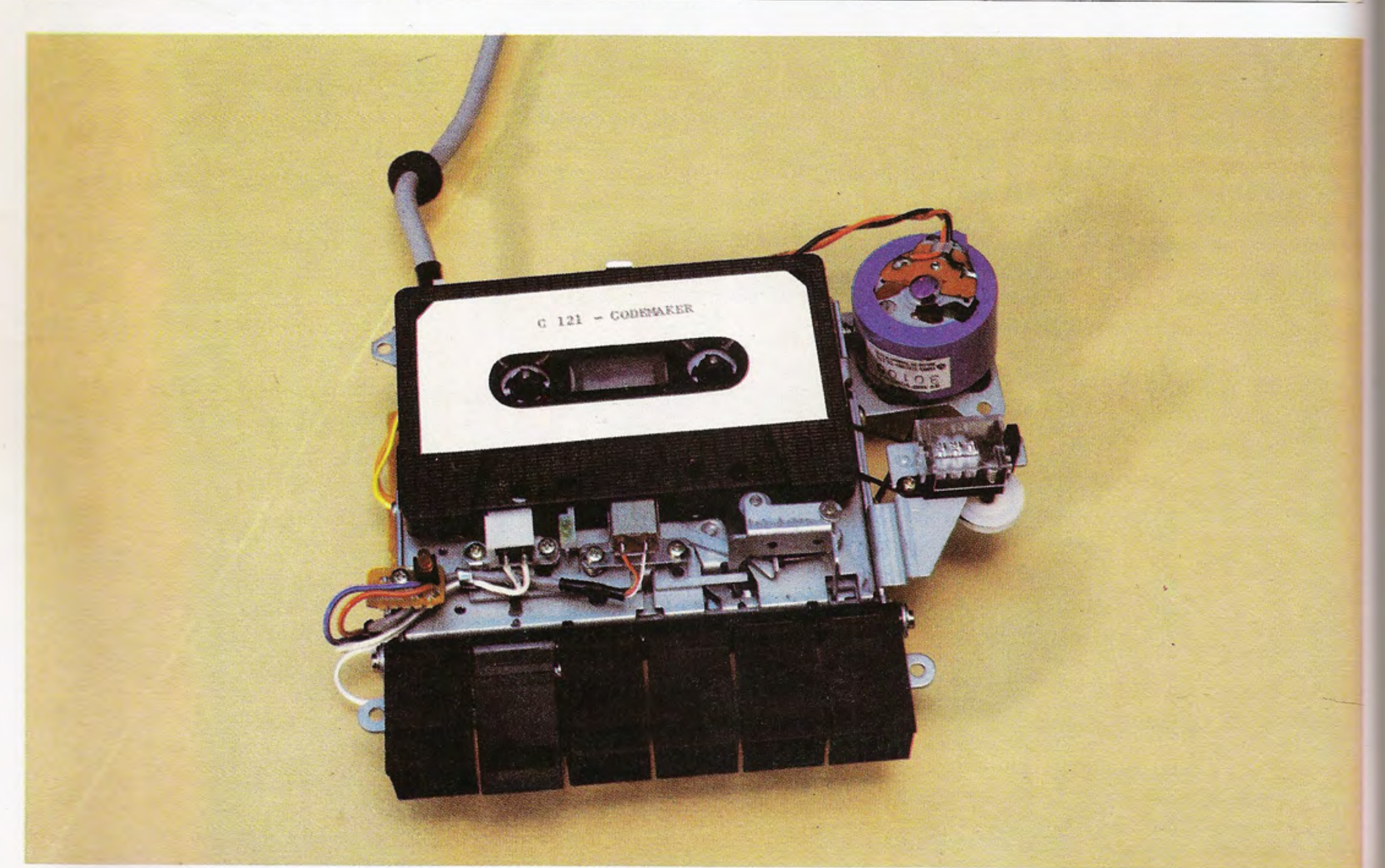
comprobemos que funciona:

ESTADO	CINTA POSICION ACTIVA			INSTRUCCION
0	.... 1 1	1	1 •	0 1 r 1
1	.... 1 1 1	1	•	1 1 1 0
0	.... 1 1 1	1	•	0 1 r 1
1	.... 1 1 1 1	•	....	1 • • 2
2	.... 1 1 1 1	•	....	2 • l 3
3	.... 1 1 1	1	•	3 1 s 3

En efecto, la posición activa termina situada en el último «1» del bloque en el que se encontraba al comenzar la ejecución.

CARACTERISTICAS DE ALGUNOS DISPOSITIVOS PERIFERICOS

Periférico	Tipo	Soporte	Entrada	Salida	Acceso	Función
Teclado	Comunicación	–	Sí	No	–	Entrada principal de datos.
Pantalla	Comunicación	–	No	Sí	–	Visualización de datos y resultados.
Impresora	Comunicación	Papel contínuo	No	Sí	–	Obtención de informe escritos y listados de programas.
Plotter	Comunicación	Papel	No	Sí	–	Representaciones gráficas.
Unidad de casetes	Almacenamiento	Cinta magnética	Sí	Sí	Secuencial	Unidad básica de almacenamiento de datos y programas.
Unidad de mini-cinta	Almacenamiento	Cinta magnética	Sí	Sí	Secuencial	Análogo al casete, pero con mayor velocidad.
Unidad de disquete	Almacenamiento	Disco magnético flexible	Sí	Sí	Directo	Almacenamiento de programas y datos con acceso directo.
Unidad de disco rígido	Almacenamiento	Disco magnético	Sí	Sí	Directo	Análogo al disquete pero más rapido y de mayor capacidad.



Los pequeños sistemas de microordenador suelen conectarse a magnetófonos domésticos de casete para el almacenamiento masivo de programas y datos.

Unidades de memoria

De la memoria principal a los soportes masivos

Una Memoria es un dispositivo capaz de almacenar información binaria. Las características tecnológicas de la unidad de almacenamiento o memoria de un ordenador quedan perfectamente determinadas por las características inherentes a su celda básica de almacenamiento o «punto de memoria». El punto de memoria es el elemento físico capaz de almacenar un dígito de información binaria o bit.

Clasificación

La clasificación de las unidades de memoria puede hacerse a partir de diferentes conceptos de referencia. Comúnmente se establece una primera clasificación general atendiendo a la jerarquía que corresponde la unidad de memoria dentro del sistema de proceso.

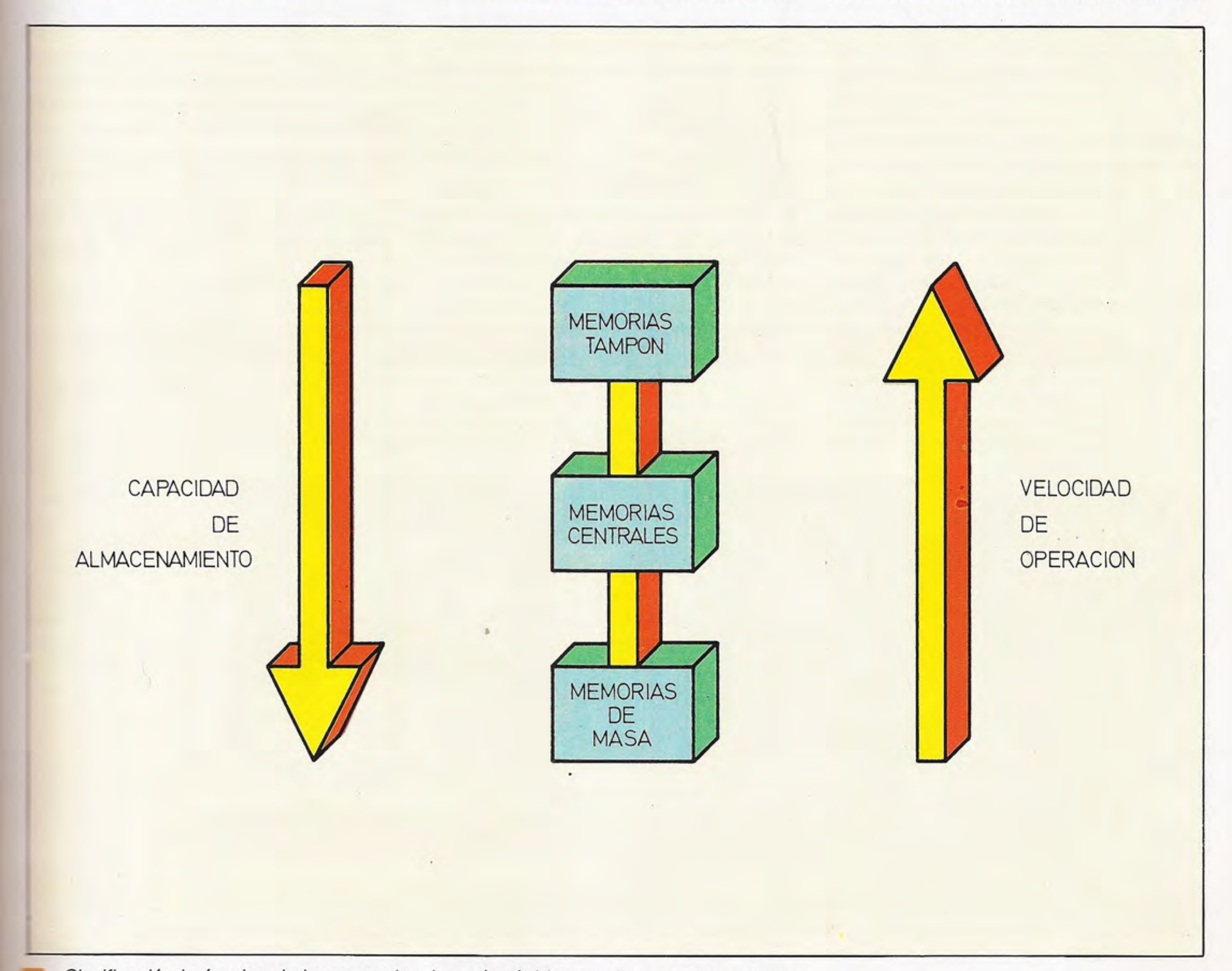
La jerarquía es un concepto de clasificación que obedece a dos propiedades de las memorias: velocidad de trabajo y capacidad de almacenamiento.

Los diversos tipos de memoria, catalogados en sucesivos órdenes jerárquicos, son los siguientes:

- *Memorias tampón:* Son memorias de baja capacidad y alta velocidad. Actúan habitualmente como memorias auxiliares en la trasferencia de información entre la unidad central de proceso y las unidades de entrada y salida.

Los denominados registros banalizados o de propósito general de algunos microprocesadores son memorias de este tipo.

- *Memorias centrales:* Bajo esta denominación se incluyen las memorias de



Clasificación jerárquica de las memorias: las más rápidas son las que tienen menor capacidad de almacenamiento. Por el contrario, las memorias de masa son las que pueden almacenar mayor cantidad de información, aunque su velocidad de operación es inferior.

trabajo que se hallan asociadas a la CPU y forman parte del sistema organizado.

Su misión consiste en almacenar los programas, datos y resultados implicados en la ejecución de las sucesivas instrucciones.

- *Memorias de masa:* Son memorias de acceso directo o aleatorio y de elevada capacidad. Se emplean como bloques de almacenamiento auxiliar. Su velocidad de transferencia de información es muy elevada, aunque netamente inferior a la de las memorias centrales a semiconductores.

Para que la CPU pueda tratar la información almacenada en una memoria de masa ésta debe pasar inicialmente al interior de la memoria central del sistema. En virtud de su cometido, una característica básica de las memorias de masa es su caudal de transferencia o número de bytes de información que puede transferir por unidad de tiempo. Se expresa en Kbytes/seg o Mbytes/seg.

Las memorias de masa que alcanzan mayor difusión en el campo de los microordenadores son los discos magnéticos flexibles o «Floppy disk», y los discos rígidos.

Características generales de las memorias

El dato más comúnmente utilizado para caracterizar a una memoria en concreto es su capacidad de almacenamiento. Existen, sin embargo, otras particularidades que permiten conocer mejor las propiedades de este tipo de elementos:

- *Tiempo de acceso:* medida del intervalo de tiempo transcurrido desde que se solicita un dato a la unidad de memoria hasta que ésta lo entrega.

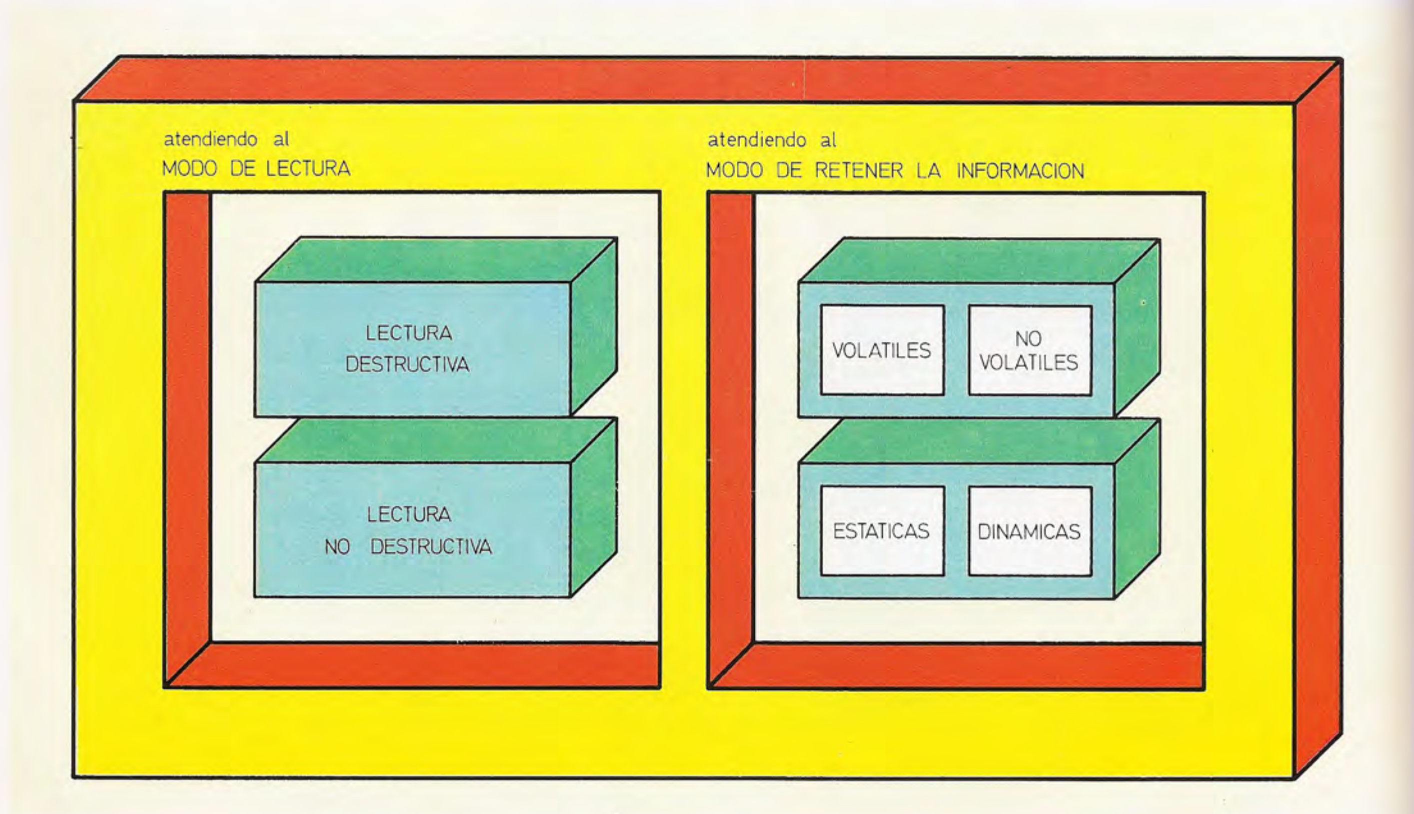
- *Ciclo de memoria:* tiempo que transcurre desde que se solicita un dato a la unidad de memoria hasta que ésta se halla disponible para efectuar una nueva operación (de lectura o escritura).

- *Tiempo medio de acceso:* se define como el tiempo de acceso a una posición intermedia de la memoria, emplazada respecto a los límites de acceso inmediato y extremo.

- *Acceso aleatorio:* una memoria es de acceso aleatorio cuando el tiempo de acceso a cualquier palabra de información almacenada es de valor constante. La memoria central de los sistemas de proceso debe ser, necesariamente, de acceso aleatorio.

Clasificación básica de las memorias centrales

La memoria central de un sistema basado en microprocesador consta, por lo



Clasificación de las memorias atendiendo a sus características de lectura y modo de retener la información.

general, de varias unidades de almacenamiento que poseen una característica básica en común: son memorias de acceso aleatorio.

Dentro del campo de las memorias centrales se establecen varios conceptos que dan lugar a diversas clasificaciones. Estos conceptos de referencia son dos: modo de lectura y retención de la información almacenada.

Atendiendo al «modo de lectura» podemos establecer la siguiente clasificación de las memorias centrales:

- *Memorias de lectura destructiva:* al leer determinada posición de memoria, la información almacenada desaparece. Este tipo de memorias precisan de una regeneración del contenido después de efectuada la operación de lectura.
- *Memorias de lectura no destructiva:* las operaciones de lectura no provocan la pérdida de la información almacenada.

Atendiendo al modo de «retener la información» cabe establecer dos clasificaciones parciales:

- *Memorias volátiles o no volátiles:* las memorias volátiles son aquellas que requieren la presencia de una fuente de alimentación. Al desconectar el aprovisionamiento energético, se pierde la información almacenada.

La información almacenada en las memorias no volátiles se conserva aun cuando se desconecte la fuente de alimentación que nutra la unidad de memoria.

- *Memorias estáticas o dinámicas:* la información almacenada en una memoria estática permanece inalterable mientras no se modifique por actuación externa.

La información almacenada en una memoria dinámica sufre una degradación con el tiempo, de tal forma que llega a desaparecer al cabo de un intervalo más o menos prolongado. Para evitar esta pérdida deben enviarse periódicamente unos pulsos denominados «de refresco» que restauran la información almacenada.

Memorias de masa

Las memorias de masa o auxiliares son dispositivos periféricos destinados al almacenar de forma permanente grandes volúmenes de información, ya sean programas o datos.

Un programa almacenado en una unidad de este tipo no es directamente ejecutable, sino que, para que ello sea posible, es preciso trasladarlo previamente a la memoria central del ordenador.

Esta categoría de dispositivos presenta una característica fundamental: la información almacenada no es volátil, o lo que es lo mismo, no se borra al desconectar la alimentación. Ello permite conservar los programas y datos para emplearlos en cualquier otra ocasión. Su actuación se fundamenta en el aprovechamiento de las propiedades magnéticas, o en el control de la variación de la estructura física, de determinados materiales que constituirán el soporte de almacenamiento.

Probablemente, el primer soporte empleado para almacenar datos y programas en un ordenador fue la tarjeta perforada. Estas empezaron a utilizarse en la industria textil tras su invención por Joseph Jacquad. Más tarde, las tarjetas perforadas fueron empleadas por Hermann Hollerith en una máquina destinada a procesar la información referente al censo de los Estados Unidos.

Una tarjeta perforada consiste en una simple cartulina rectangular en la que se disponen 12 filas con 80 columnas, cada una de posibles perforaciones. La presencia o ausencia de perforación en los diversos puntos es, precisamente, lo que permite representar distintas informaciones. Para trasladar la información a la tarjeta se emplea comúnmente un código especial, llamado código Hollerith; éste permite codificar cualquier carácter en una columna de la tarjeta.

La perforación de las tarjetas se realiza mediante unas máquinas especiales llamadas perforadoras de tarjetas. Su lectura puede llevarse a cabo por procedimientos mecánicos (escobillas) u ópticos (células fotoeléctricas). En la actualidad, este soporte ha quedado totalmente obsoleto y su presencia se reduce a instalaciones anticuadas de grandes ordenadores.

Las cintas de papel perforado constituyen otro de los soportes de almacenamiento en desuso en nuestros días. Son simples cintas de papel, en las que se practican las perforaciones adecuadas para codificar la información. Hoy en día están presentes en algunos teletipos. Las propiedades magnéticas de determinados materiales empezaron a aprovecharse para construir los primeros soportes de memoria en cinta magnética. En esencia, la constitución y funcionamiento de las unidades apropiadas no difiere en exceso. Se trata de una cinta



Algunos sistemas informáticos presentes en el mercado admiten ampliaciones de memoria por medio de módulos de expansión como los de la figura.

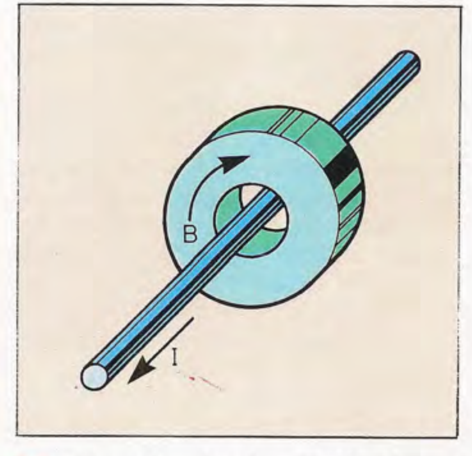
plástica sobre la que se deposita una capa de material magnetizable. Esta, que constituye la superficie exterior de la cinta, es la que memoriza la información en forma de dominios magnéticos en distinta orientación. Su tamaño, longitud, formato y capacidad varían según el modelo. Las cintas magnéticas son soportes de tipo secuencial. Ello supone un inconveniente, puesto que para acceder a una información específica es necesario pasar por todas las informaciones que la preceden, con la consiguiente pérdida en tiempo de acceso. Semejante problema no es exclusivo de las cintas magnéticas, sino que afecta también a las tarjetas perforadas y a la cinta de papel.

Otro método, también basado en las propiedades magnéticas de algunos materiales, es el de los tambores magnéticos. Consisten en unos cilindros sobre los que se deposita una capa de material magnetizable capaz de retener la información. Esta se graba y se lee mediante un cabezal cuyo brazo se mueve en la dirección del eje de giro del tambor; realizando los giros adecuados del tambor, será posile actuar libremente sobre cualquier punto de la superficie del cilindro. Por consiguiente, el acceso a la información es directo y no secuencial.

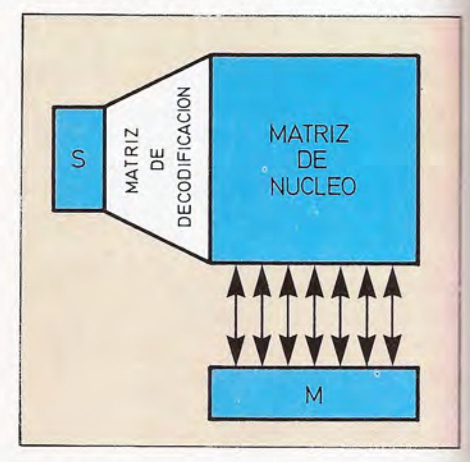
En la actualidad, el sistema más extendido lo constituyen los discos magnéticos, ya sean de tipo flexible (floppy disc) o rígidos, además de ciertas variantes menos extendidas. En esencia, se trata de un disco de plástico sobre el que se realiza la consabida operación de depositar una capa de material magnético. Estos discos presentan la ventaja de permitir un acceso directo o aleatorio a cualquier punto de su superficie, ventaja que comparten con el tambor magnético. Hoy en día se sigue investigando con empeño en este campo, y no sólo para desarrollar nuevos periféricos de almacenamiento –ahí están, por ejemplo, las unidades de disco óptico a láser–, sino también para mejorar la capacidad y eficacia de los discos y cintas magnéticas.



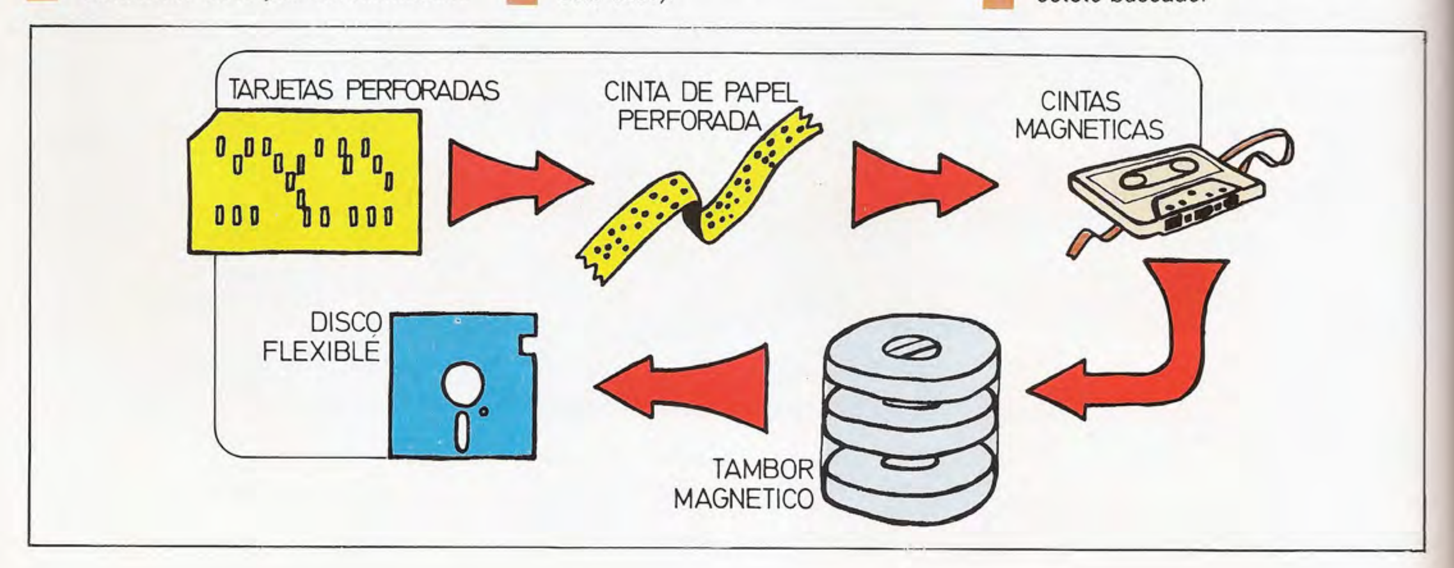
Una lectora de discos flexibles es capaz de leer y escribir datos con acceso directo en un soporte magnético. Estos soportes pueden llegar a almacenar del orden de varios centenares de Kbytes de información.



Si por el centro de un núcleo de ferrita se hace pasar una corriente eléctrica de valor I, éste se magnetiza en una dirección (en el sentido de las agujas del reloj, en este caso).



Para acceder a una determinada posición de memoria de una matriz de núcleos de ferrita, se lleva la dirección a un circuito de decodificación que seleccionará el octeto buscado.



Memorias de núcleos de ferrita

Un núcleo de ferrita es un cilindro capaz de magnetizarse en dos direcciones diferentes, a cada una de las cuales se asocia uno de los dos estados lógicos: «uno» o «cero».
Para almacenar un estado binario se hace pasar una corriente eléctrica por un hilo conductor que atraviesa al núcleo. La corriente eléctrica que circula por el hilo magnetiza al núcleo en un sentido o en otro. En cualquier caso la corriente debe superar un valor límite I_0.

Escritura en una memoria de núcleo magnético

Cuando la intensidad de la corriente que atraviesa el núcleo no supera el valor límite I_0, el campo magnético inducido desaparece al cesar la corriente. Si, por el contrario, la corriente es mayor, el campo magnético permanece en ausencia de corriente. A I_o se le denomina punto de no retorno. De esta forma, para grabar un uno lógico se hace pasar por la ferrita una corriente superior a I_0, que produce un campo magnético de valor B. Para grabar un cero se hace pasar una corriente inferior a $-I_0$, con lo que el campo inducido toma un valor $-B$.

Lectura en una memoria de núcleos magnéticos

Para leer el contenido de un núcleo previamente grabado se emplea un segundo hilo conductor, por el que se hace pasar una corriente eléctrica de valor $-I_0$. Si el campo tiene una intensidad B_1 se produce una corriente inducida en el primer hilo cuyo valor se identificará cono «uno lógico». Cuando el valor del campo almacenado sea $-B_1$ la corriente inducida corresponderá a un «cero lógico».

Método de selección en una memoria de núcleos magnéticos

Los núcleos de ferrita se disponen en forma de matriz: cada fila representa una dirección (normalmente compuesta por 8 núcleos o bits). Para seleccionar la fila se manda la dirección de memoria a un circuito combinacional que determina el hilo en el que se encuentra el octeto direccionado. Por este hilo se hace pasar una intensidad 1/2. Por todas las columnas de la matriz de memoria está circulando continuamente una corriente de intensidad 1/2. Los únicos 8 núcleos de ferrita atravesados por una intensidad 1 (1/2 + 1/2) son los correspondientes al octeto seleccionado.

¿Qué es una memoria tampón?

Es una memoria de baja capacidad utilizada casi exclusivamente como registro de almacenamiento temporal de información binaria. Habitualmente actúa como memoria auxiliar en las trasferencias de información entre la CPU y las unidades de Entrada/Salida.

¿Qué es la memoria central?

Es la memoria donde se almacenan los programas, los datos y los resultados implicados en la ejecución de un proceso.

¿Qué son las memorias de masa?

Son memorias de elevada capacidad de almacenamiento. La información almacenada en ellas debe pasar, al comienzo de la ejecución de un determinado proceso, al interior de la memoria central. Ejemplos de memorias de masa son las unidades de disco flexible o de cinta magnética.

¿Qué es una memoria RAM?

Un tipo de memoria central de acceso aleatorio en la que se pueden efectuar operaciones de lectura y escritura. En ausencia de alimentación la información almacenada en ella se «volatiliza» o desaparece.

¿Qué es una memoria ROM?

ROM son las siglas inglesas de «Read Only Memory» memoria sólo de lectura. Las ROM son memorias en las que la información se graba durante el proceso de fabricación y queda permanentemente almacenada en ellas.

¿Qué es una memoria de burbujas magnéticas

Es un tipo de memoria RAM en el que la información binaria se almacena en forma de presencia o ausencia de dominios de magnetización en un medio magnético.
Los dominios magnéticos o burbujas se desplazan sobre el plano de una superficie magnética excitados por determinados campos magnéticos.
Su velocidad de trabajo es, hoy por hoy, sustancialmente inferior a la de las memorias de tecnología MOS. En contrapartida, su capacidad de almacenamiento es muy superior.

La memoria central de los microordenadores

Organización y funcionamiento



Dentro del estudio de las memorias centrales o residentes distinguimos entre memorias RAM y ROM; no obstante, y para aportar una idea general de principio, las definiciones básicas las estableceremos sobre un modelo generalizado de memoria central de lectura/escritura.

Para aproximarnos en la medida de lo posible al conocimiento de la estructura básica de una unidad de memoria real partiremos de un bloque de memoria –organizado por palabras– capaz de almacenar un conjunto de 8 palabras binarias de 8 bits cada una; así pues, nuestro modelo de memoria central será capaz de almacenar 8 bytes de información.

La unidad de memoria consta de diversos bloques: decodificador de direcciones, matriz de memoria, lógica de control y registro de información. Empezaremos prestando nuestra atención a la matriz de memoria a partir de la que estableceremos algunas definiciones fundamentales.

Matriz de memoria

En el modelo de memoria propuesto aparecen 64 «puntos de memoria» o lo que es lo mismo: 64 elementos físicos capaces, cada uno, de almacenar un dígito de información binaria o bit.

Agrupando un determinado número de puntos de memoria llegamos a obtener una célula de memoria.

En el caso que nos ocupa, cada célula de memoria consta de 8 puntos de memoria, habida cuenta de que trabajamos con palabras binarias de 8 bits = 1 byte.

Respecto a cada célula de memoria cabe definir los dos conceptos siguientes:

- DIRECCION: la dirección de una célula de memoria es un número virtual que la identifica.

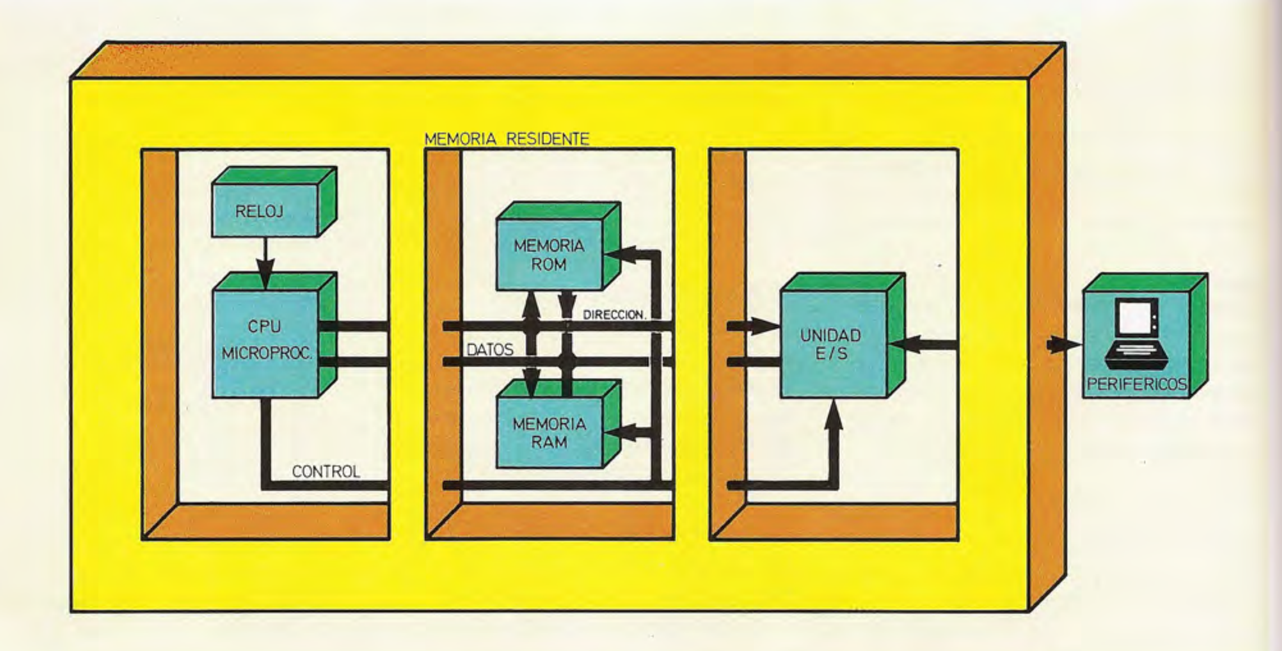
La dirección es independiente del contenido y está relacionada únicamente con la ubicación de la célula dentro de la matriz de memoria.

- CONTENIDO: Es la información que en cada instante se halla almacenada en la célula de memoria.

Decodificador de direcciones

El circuito decodificador de direcciones tiene encomendada la tarea de la célula cuya dirección ingresa en la unidad de memoria a través de las líneas de direccionamiento.

Volviendo al modelo de memoria utilizado como ejemplo, observamos que las posibilidades de direccionamiento se concretan en 8 células que almacenan sendas palabras de información. Para direccionar cualquiera de las 8 células son necesarias 3 íneas de bit que transmitirán las configuraciones binarias correspondientes.



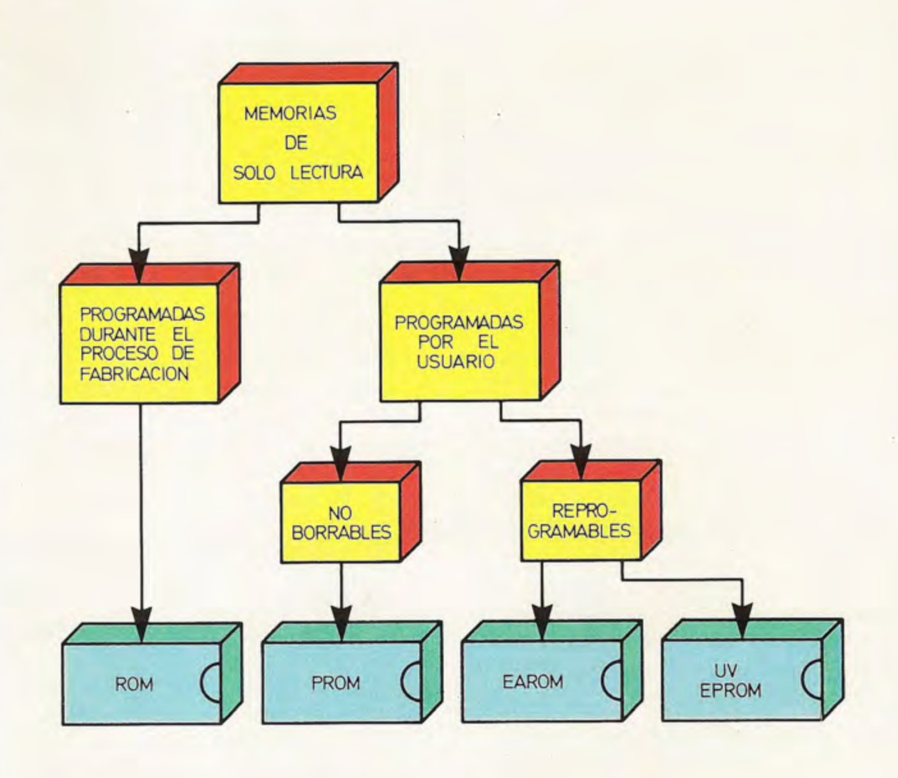
Estructura de un sistema basado en microprocesador. Consta de tres partes: unidad central, sistema de entrada/salida y memoria. Esta última a su vez, se divide en dos zonas: zona ROM de solo lectura y zona de memoria RAM hábil tanto para la lectura como para la escritura de información.

Recordemos que con 3 bits pueden generarse hasta $2^n = 2^3 = 8$ configuraciones binarias distintas que, en el caso que nos ocupa, cubrirán el margen de direccionamiento accesible.

Las líneas de direccionamiento proceden de la CPU a través del bus de direcciones.

Dada la reducida capacidad del modelo de memoria empleado, el circuito decodificador de direcciones es extremadamente simple, de tal forma que podemos diseñarlo fácilmente.

Partimos de la tabla de verdad que ilustra la correspondencia entre las configuraciones de direccionamiento y las líneas de selección que acceden a las diversas células de la matriz de memoria. Una vez obtenidas las ocho funciones lógicas de selección, sintetizamos el decodificador a partir de operadores lógicos elementales.



Clasificación de los tipos más relevantes de memorias de sólo lectura. El contenido de las memorias EAROM se borra mediante impulsos eléctricos. La información almacenada en las UV EPROM se altera por medio de radiaciones ultravioleta.

Registro de información

El registro de información está constituido por un número de biestables igual a la longitud de cada célula de memoria. Su tarea consiste en memorizar temporalmente las palabras de información que van a ser almacenadas o que han sido extraídas de la célula de memoria seleccionada por las líneas de direccionamiento.

Algunas unidades de memoria poseen registros distintos para la información extraída e información a almacenar y, en consecuencia, están dotadas de líneas de datos diferentes para entrada y salida. No obstante, en la actualidad, la mayor parte de unidades comerciales poseen un solo registro de información común para entrada y salida.

Las líneas de datos que comunican al registro de información con el exterior están provistas de elementos tri-estado que aislan a la unidad de memoria del resto del sistema. En el caso adoptado como ejemplo, las líneas que parten del bus de datos del sistema y comunican con el registro de información asociado a la unidad de memoria, ascenderán a 8, canalizando cada una de ellas un bit de la palabra dato.

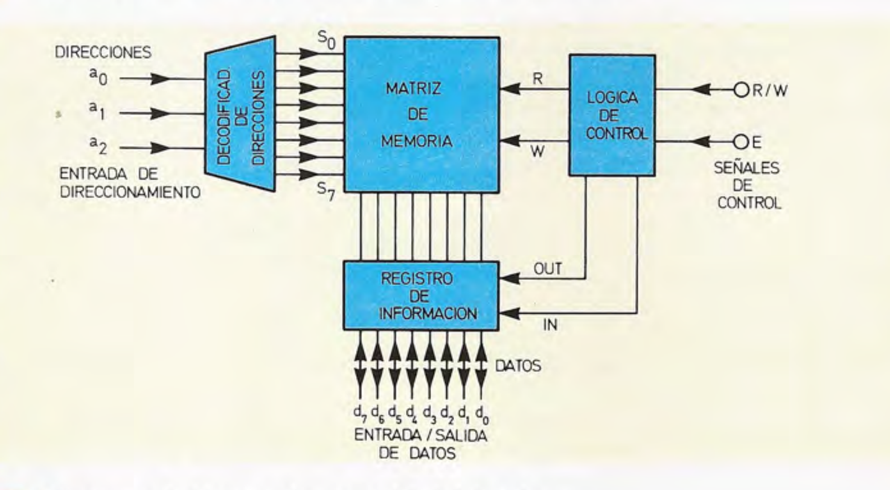
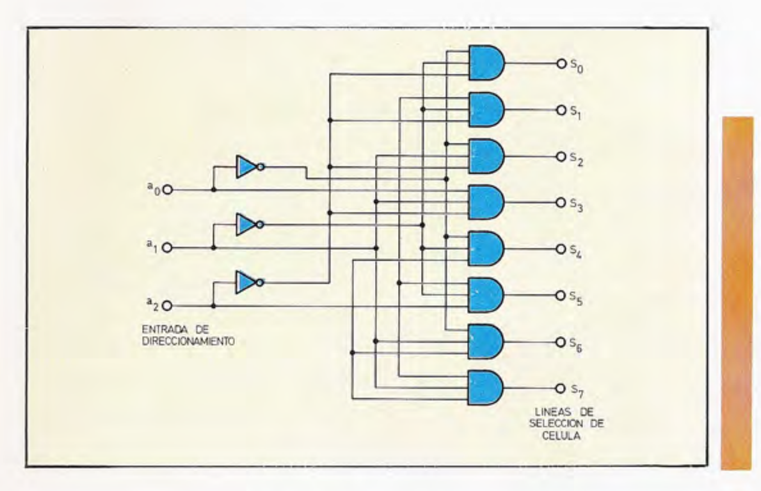
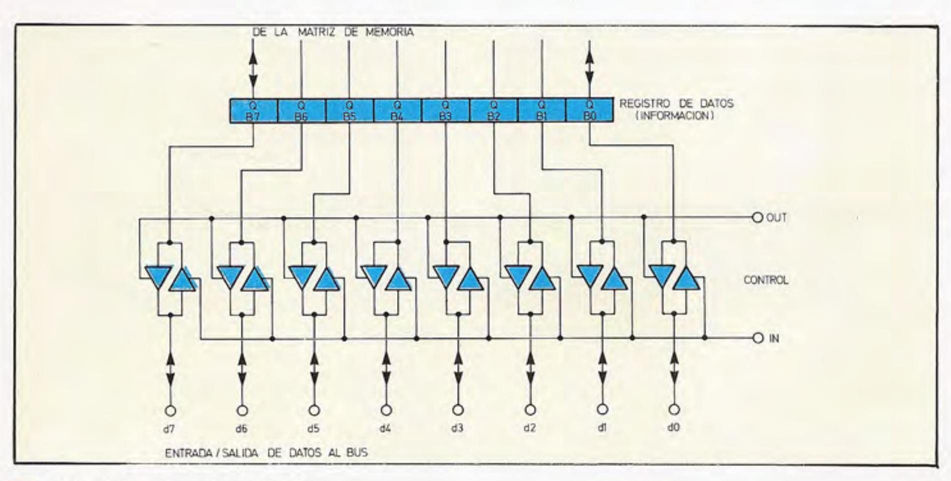


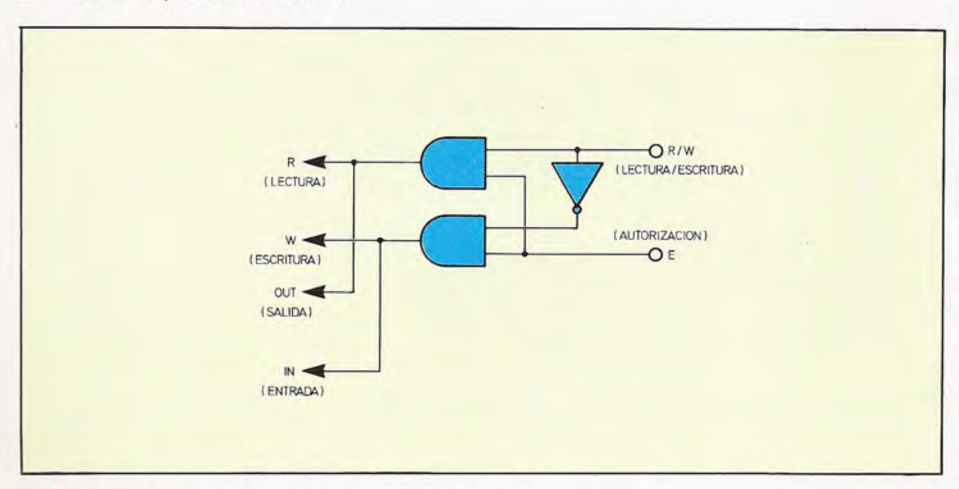
Diagrama de bloques de un modelo básico de memoria central. La unidad representada posee una capacidad de almacenamiento de 8 palabras binarias de 8 bits cada una (8 bytes).



Circuito decodificador de direcciones para una memoria de 8 posiciones. La entrada consta de tres líneas y la salida de ocho, cada una de las cuales activa una palabra de memoria.



Registro de información y circuito de adaptación controlado entre la unidad de memoria y el bus de datos.



Lógica de control para una memoria RAM. Este circuito genera las órdenes de lectura (R) y escritura (W) para el control de la matriz de memoria, así como los comandos de entrada (IN) y de salida (OUT).

Lógica de control

El circuito de control, o lógica de control, genera las órdenes de gobierno internas a la unidad de memoria a partir de dos señales recibidas del exterior. Estas son:

- E (Enable): Autorización.

Al llevar la entrada «E» a posicionamiento activo, la unidad de memoria queda autorizada o habilitada para efectuar sobre ella operaciones de lectura o escritura.

Cuando la entrada de autorización aparece referenciada por «E», el estado activo es «1» lógico, mientras que si es referenciada por $\bar{E}$ (E complementada) el estado activo que originará la autorización de la unidad es «0» lógico.

En las unidades de memoria integradas en un chip, la entrada de autorización suele designarse por «CE», abreviatura de «Chip Enable» o autorización del chip.

Finalmente, cabe reseñar que una misma unidad de memoria puede estar dotada de varias entradas de autorización «E» («1» activo) y «$\bar{E}$» («0» activo.

- R/W (Read/Write). Lectura/Escritura.

Este es el comando que define si la operación a realizar será de lectura o escritura.

Su actuación presupone el posicionamiento simultáneo de la entrada de autorización «Enable». Hallándose la unidad de memoria habilitada: E = «1» lógico o $\bar{E}$ = «0» lógico, la actuación del comando R/W es la siguiente:

R/W = 1 → Lectura
R/W = 0 → Escritura

A partir de las entradas E y R/W, el circuito de control sintetiza las órdenes internas de lectura y escritura que acceden a los diversos puntos de memoria, así como las órdenes de entrada/salida (In/Out) para los amplificadores de línea asociados al registro de información.

Las órdenes internas de lectura y escritura –autorizadas por el posicionamiento activo de la entrada E– son comunes a la totalidad de los puntos de memoria; su efecto particular sobre una u otra célula depende de la selección

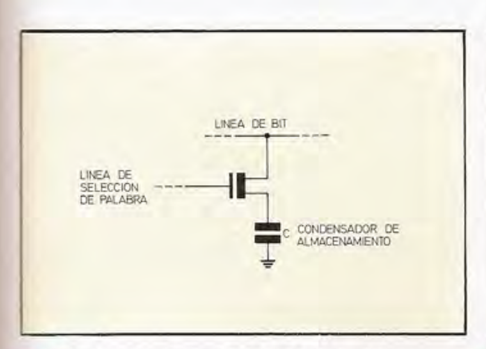
efectuada a través de la entrada de direccionamiento.

Memorias a semiconductores

La memoria central de los modernos ordenadores –ya se trate de grandes equipos, de minis o microordenadores– está constituida por la asociación de circuitos electrónicos integrados con capacidad para retener información de naturaleza lógica.

Las tradicionanesl unidades de almacenamiento a núcleos de ferrita o hilos plateados han perdido absolutamente su vigencia.

Punto de memoria de una RAM estática basado en cuatro transistores MOS. El estado de conducción o no conducción de cada uno de ellos se interpreta como un «1» o un «0» lógico, respectivamente.



Estructura circuital básica de un punto de memoria RAM dinámica a transistores MOS. En este caso el condensador almacena o no una determinada carga eléctrica representativa de un «1» lógico.

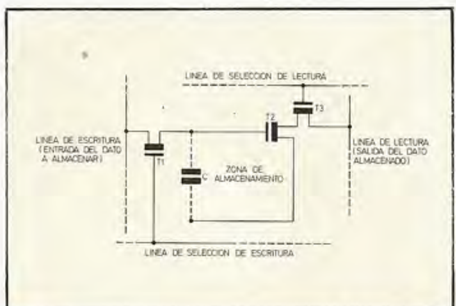
La evolución tecnológica en cuanto a densidad de integración crece día a día. En la actualidad se encuentran en el mercado chips de memoria RAM y ROM capaces de almacenar 16, 32, 64, 128 e incluso más de 256 Kbits. No hay que olvidar que los chips de 64 Kbits (65.536 bits) y 256 Kbits (262.144 bits) de RAM son moneda corriente en los ordenadores personales IBM y compatibles.

A raíz de las descripciones apuntadas en un capítulo precedente relativas a las unidades de memoria RAM y ROM, es obvio que su base tecnológica diferirá sustancialmente.

Tecnología de las memorias RAM a semiconductores

Cabe recordar que este tipo de memoria obedece a la denominación anglosajona de «Random Access Memory», esto es: memoria de acceso aleatorio.

Una memoria RAM suele definirse habitualmente como «Memoria de lectura/escritura» (Read/Write), debido a que admite la posibilidad de efectuar ambas operaciones. La información puesta en juego en el sistema microordenador puede ser «escrita» (almacenada) o leída (extraída) previa indicación a la memoria de la operación que debe llevarse a cabo.



Punto de memoria de una RAM dinámica basado en tres elementos MOS. La zona de almacenamiento de carga, constituida por un condensador, es la que mantiene al circuito en un estado lógico bajo o alto. El transistor T1 se encarga de gestionar las operaciones de lectura.

La mayor parte de memorias integradas RAM a semiconductores se hallan confeccionadas basándose en las siguientes tecnologías:

RAMs unipolares: Tecnología NMOS, VMOS y CMOS/SOS.
RAMs bipolares: Tecnología TTL.

A pesar de las favorables perspectivas de futuro que permiten augurar el avance de la VMOS, la tecnología dominante en la actualidad en el campo de las RAMs a semiconductores es la NMOS. Debido a ello, centraremos nuestro estudio en las memorias basadas en esta tecnología unipolar.

Las memorias de lectura/escritura RAM se catalogan en dos tipos perfectamente diferenciados: Memorias RAM estáticas o dinámicas.

La naturaleza de estática o dinámica es conferida a la memoria por la estructura del punto básico de almacenamiento. Así pues, una memoria RAM será de uno u otro tipo según esté constituida por puntos de memoria estática o puntos de memoria dinámica.

Memorias RAM estáticas

Los puntos de memoria de una RAM estática son elementos biestables que retienen la información almacenada hasta que ésta es modificada por una nueva operación de escritura, o hasta que se desconecta la alimentación.

La estructura típica de una memoria RAM estática coincide con la que se ilustra en la figura adjunta.

Los transistores MOS canal n se hallan acoplados conformando un circuito biestable o flip-flop capaz de almacenar un elemento de información binaria: 0 ó 1.

El mayor inconveniente de las memorias RAM estáticas lo constituye su elevado consumo energético. Ello se debe a que las resistencias de carga R_1 y R_2 consumen permanentemente al mantener el estado lógico en el que se halla posicionado el biestable. Esta deficiencia es subsanada parcialmente en las nuevas RAMs estáticas, empleando resis-

tencias de polisilicio de elevada magnitud.

Para leer la información almacenada en el punto de memoria se introduce un pulso de tensión a través de la línea de selección, lo que provocará una corriente a través de la rama T_1-T_3 o T_2-T_4 según que el bit almacenado sea 0 ó 1. En definitiva, la lectura se efectúa detectando la presencia de corriente en una u otra línea de bit.

Se observa que cada punto de memoria RAM estática incorpora un notable número de elementos. Esta circunstancia limita las posibilidades de integración de este tipo de unidades.

Memorias RAM dinámicas

Los puntos de memoria dinámica almacenan la información en forma de carga, o ausencia de carga, en un condensador.

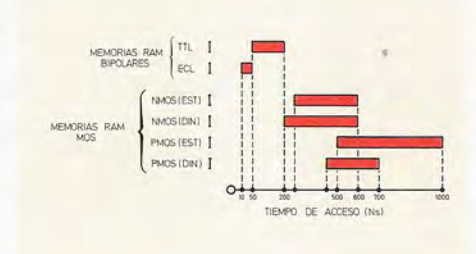
Para entender el funcionamiento de un punto de memoria dinámica analizaremos el circuito que aparece en la figura correspondiente.

Las operaciones de lectura o escritura se desencadenan al mandar un pulso a través de la línea de selección. Cuando la operación es de escritura, debe actuarse sobre la línea de bit cargando el condensador –almacenamiento de un estado lógico «1»– o inhibiendo la carga si se desea memorizar un «0» lógico.

Por lo que respecta a las operaciones de lectura, el procedimiento de selección es idéntico; el dato almacenado podrá leerse a continuación sobre la línea de bit. Obsérvese que la lectura es destructiva; esto significa que cada operación de este tipo debe estar acompañada por una posterior reinscripción del dígito binario leído.

Su peculiar estructura y actuación hace que los puntos de memoria dinámica no consuman una potencia apreciable para mantener la información almacenada. La disipación es significativa únicamente en el instante de proceder a una lectura o escritura.

El bajo consumo y la simplicidad circuital son factores notablemente positivos; no obstante, cabe considerar aún la circunstancia de que la información almacenada no posee persistencia en el tiempo, ya que el condensador de almacenamiento se ve sometido a un proceso de descarga.

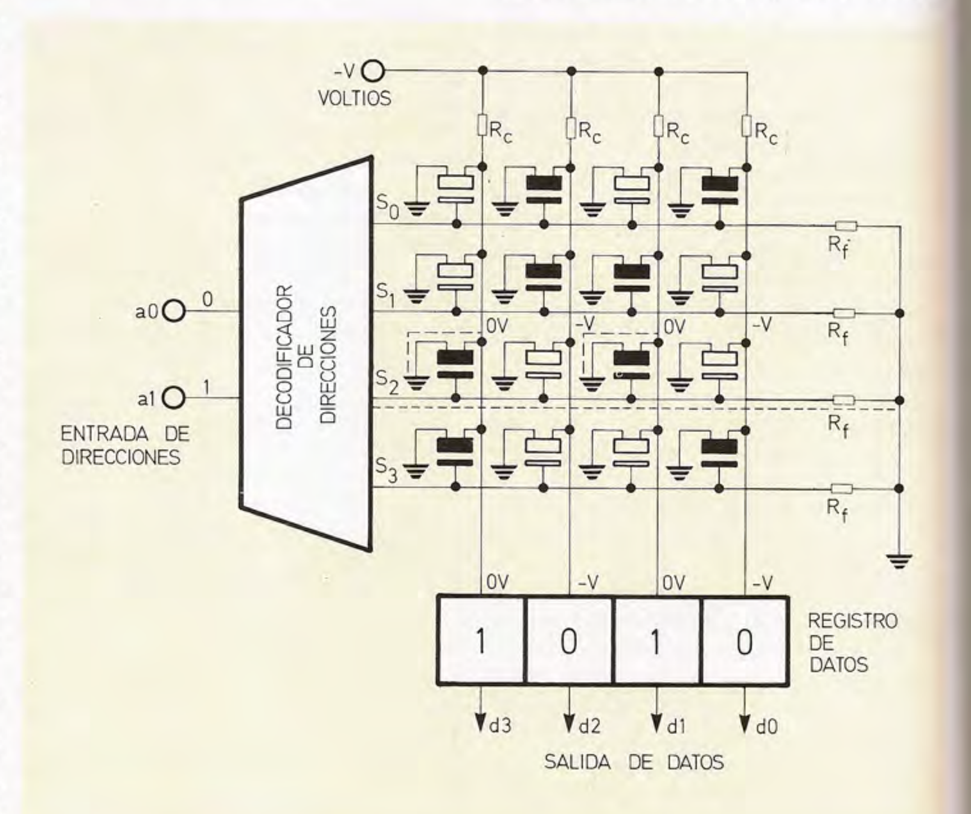


Tiempo de acceso correspondiente a las RAMs a semiconductores. El margen de variación asignado tiene en cuenta los diversos tipos de RAMs clasificados dentro de una misma familia tecnológica.

Para evitar la pérdida de la informació memorizada es preciso regenerarla periódicamente; a este proceso se le denomina «refresco».

El refresco de la carga almacenada por las capacidades de memorización corre a cargo de una señal de control pulsatoria, cuya periodicidad es del orden de 2 ms en los chips comerciales.

En definitiva, las características más importantes de las memorias RAM dinámicas se resumen en el mínimo consumo energético necesario para retener la información y en el reducido número de componentes que constituyen cada punto de memoria. Esta última característica facilita las posibilidades de integración de los puntos de memoria y, en consecuencia, amplía el nivel de integración de las RAMs dinámicas y reduce su coste respecto al de las RAMs estáticas. En cuanto a los factores que determinan la conveniencia de utilizar uno u otro tipo de memoria RAM, cabe añadir que las RAMs dinámicas se emplean cuando la



El modelo de memoria (ROM de 4 palabas × 4 bits) ilustra el desarrollo de una operación de lectura sobre la célula cuya dirección es 01.

capacidad de memoria necesaria es relativamente elevada. En el caso contrario puede considerarse la alternativa de las RAMs estáticas.

Tecnología de las memorias ROM

Las memorias ROM o memorias de sólo lectura han sido definidas anteriormente como unidades de almacenamiento permanente, cuyo contenido no puede ser alterado por medio de una operación convencional de escritura. La información se halla «grabada» sobre la propia estructura de la unidad de memoria, siendo, en consecuencia, inalterable.

La organización interna de las ROMs suele ser del tipo denominado «por palabras». Esto es, la memoria aparece como una matriz de tantas filas como palabras almacena, y tantas columnas como bits constituyen cada palabra.

Existen diversos tipos de ROMs. Estrictamente, el apelativo ROM corresponde a las memorias de sólo lectura, programadas por «máscara» durante el proceso de fabricación. Otro apartado lo constituyen las memorias de sólo lectura programables por el usuario: PROMS. Finalmente, están las memorias de sólo lectura, cuyo contenido es modificable por medio de procedimientos especiales: memoria EAROM, UV-EPROM...

Para ilustrar las diversas estructuras internas habituales en el campo de las memorias de sólo lectura, nos concretaremos en un modelo de memoria capaz de almacenar 4 palabras binarias de 4 bits cada una.

ROMs programadas por máscara

Recordemos que en este caso la información es grabada durante el proceso de fabricación. En el modelo ejemplo se observa que la información binaria (1 ó 0 lógico) aparece en forma de presencia o ausencia de un diodo en los nodos de la matriz.

El decodificador de direcciones seleccionará una de las 4 células, cuyo contenido pasará al registro de información según las condiciones siguientes:

- En el nodo que no haya diodo se leerá un estado lógico alto.
- En el nodo sin diodo se leerá un «0» lógico.

La programación de las ROMs de este tipo se efectúa en el transcurso del proceso de fabricación, creando un diodo de acoplamiento en los puntos de memoria que deban almacenar un «1» lógico.

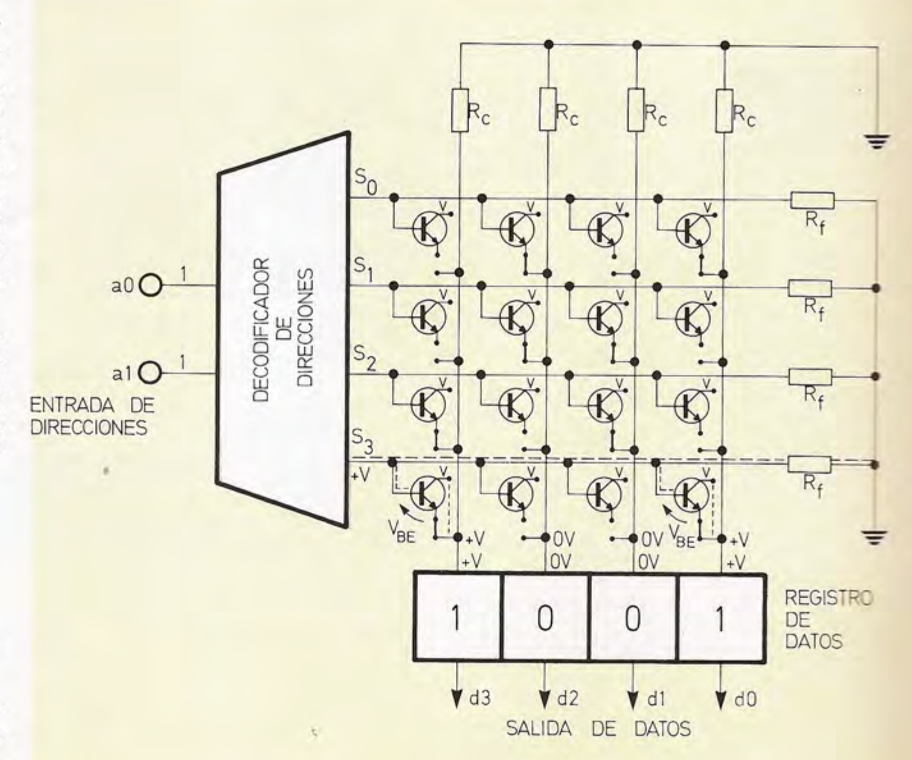
Estructura de las memorias PROM

Las PROMs (Programmable Read-Only Memory) permiten una única programación de origen, que puede realizar el propio usuario.

Comúnmente, las PROMs son de tecnología bipolar y su programación se efectúa destruyendo los fusibles de acoplamiento en los nodos que deben memorizar un «0» lógico.

El fabricante entrega las PROMs con los acoplamientos intactos. Una vez decidida la información a almacenar, el usuario debe proceder a eliminar los acoplamientos que corresponda.

El procedimiento de trabajo de las memorias PROM es semejante al descrito para el caso de las ROMs. La programación se efectúa destruyendo el fusible en los acoplamientos o puntos de memoria en los que se desea grabar un «0» lógico. Observando la estructura elemental de cada punto de memoria se deduce de inmediato que la programación de este tipo de unidades de sólo lectura es irreversible.



Organización típica de una memoria ROM con acoplamiento de transistores unipolares MOS. Los transistores en blanco representan puntos de memoria creados para el almacenamiento de un «0» lógico. Los transistores en negro representan puntos de memoria para el almacenamiento de un «1» lógico.

Estructura de las memorias UV-EPROM

Las UV-EPROM son memorias de sólo lectura en su modo operativo normal programables eléctricamente por el usuario y que pueden ser borradas sometiéndolas a una radiación ultravioleta. Realmente, este tipo de memorias permiten sucesivas reprogramaciones, aunque hay que recordar que su comportamiento dentro de un sistema de proceso se reduce al propio de una memoria de sólo lectura.

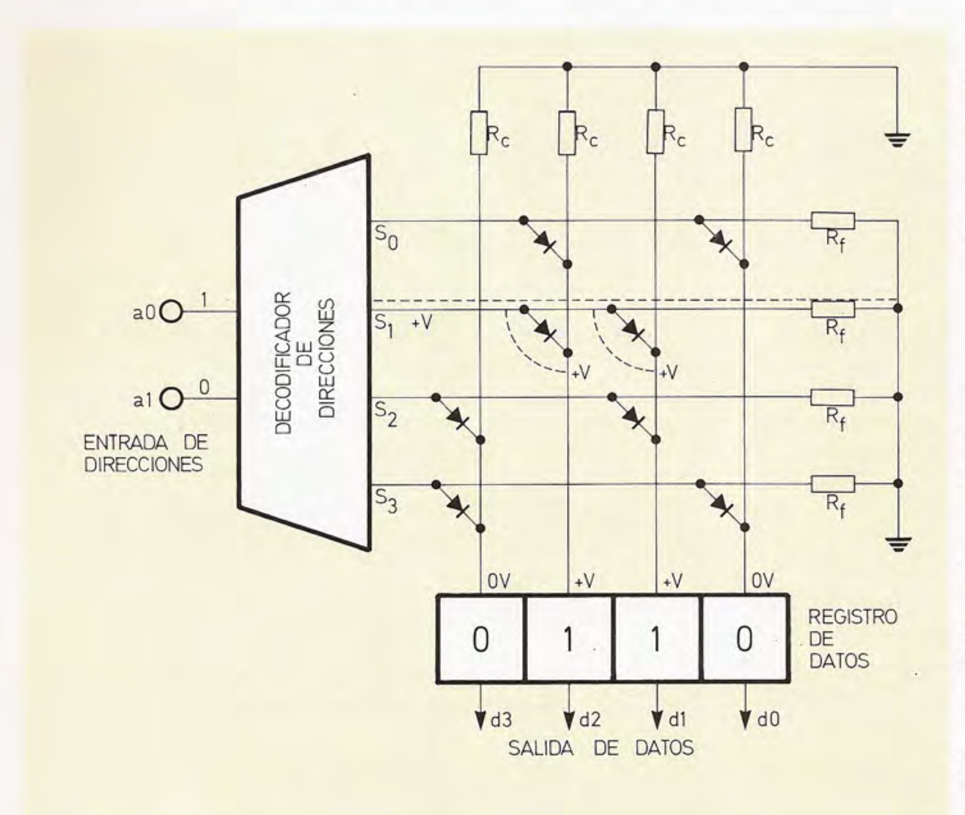
La estructura microelectrónica de una memoria UV-EPROM revela su peculiar fundamento tecnológico. La zona central constituye una puerta flotante aislada eléctricamente del resto de la estructura MOS. Aplicando una tensión de aproximadamente 25 V entre la puerta de control y el drenador, la puerta flotante recibe una acumulación de carga eléctrica que la convierte en un efectivo punto de memoria. La carga almacenada en la zona intermedia memoriza un estado lógico alto de forma permanente, hasta que sea borrado por efecto de la radiación ultravioleta.

Esta operación de borrado equivale a dotar al dióxido de silicio que rodea la puerta flotante de la conductividad suficiente como para disipar la carga almacenada.

Una vez programada la memoria, la información permanece inalterable, aun en el caso de efectuar sucesivas operaciones de lectura o desconectar las líneas de alimentación.

Para reprogramar la memoria se recurre a la acción de la luz ultravioleta: al efecto, en la parte superior del chip existe una abertura que facilita el acceso de la radiación a la superficie del circuito. Para evitar un posible borrado accidental debe ocultarse la superficie semiconductora de la luz exterior durante su operación normal.

Otro tipo de memorias reprogramables de sólo lectura son las EAROM (Electrically Alterable Read-Only Memory). La estructura interna es similar a la de las UV-EPROM, con la salvedad de que el borrado y la programación se efectúan por medios exclusivamente eléctricos.



Organización típica de una memoria PROM a transistores bipolares con acoplamiento a fusible. Mientras éstos permanecen intactos, almacenan virtualmente un estado lógico «1». Cuando éste se rompe, el estado lógico grabado es un «0».

Operaciones en memoria RAM

La estructura de una memoria RAM, o memoria de lectura/escritura, coincide con la adoptada como modelo ilustrativo de nuestro estudio. Tal como su denominación indica, las memorias RAM aceptan ambas operaciones: lectura y escritura. El desarrollo de las mismas se resume en los puntos que se detallan a continuación.

Operación de lectura en una memoria RAM

La operación de lectura se lleva a efecto en base a la secuencia siguiente:

- Llevar la dirección de la célula de memoria cuyo contenido se desea extraer a la entrada de direccionamiento de la unidad de memoria.
- Autorizar la actuación de la unidad de memoria posicionando adecuadamente la entrada de habilitación «E» (Enable).
- Mandar la orden de lectura a través de la entrada R/W: R/W = «1» lógico.

Acto seguido, el contenido de la célula direccionada pasará al registro de información, y de éste a las líneas de da-

tos, sobre las que dispondremos de la palabra de información leída.

En el gráfico correspondiente a la secuencia de lectura observamos el cronograma de actuación que refleja el estado de las diversas señales que intervienen en la operación. A título de ejemplo, ilustramos la secuencia de lectura del dato almacenado en la célula de memoria cuya dirección es 101. Por lo demás, supondremos que nuestro modelo de RAM es una memoria de «lectura no destructiva», por lo que no precisa de restauración alguna.

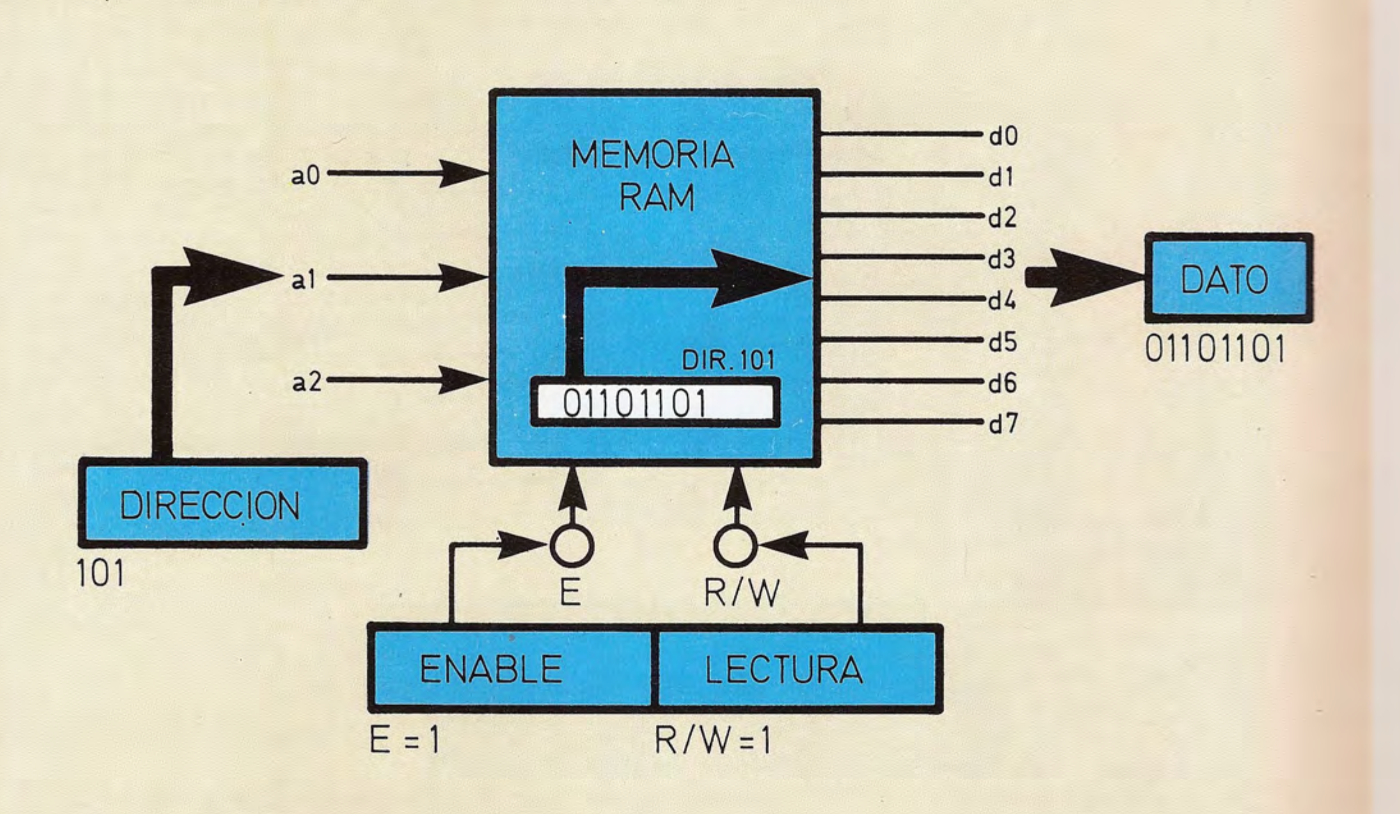
Operación de escritura en una memoria RAM

De nuevo enunciamos los puntos de que consta la operación, de forma ordenada, reflejándolos sobre el diagrama de la correspondiente figura.

- Poner sobre las líneas de direccionamiento la configuración binaria que identifica a la célula de memoria en la que deseamos almacenar la palabra de información.
- Llevar a las líneas de datos la palabra de información a escribir en la célula de memoria direccionada.
- Autorizar la actuación de la unidad de memoria posicionando la entrada «Enable»: E = «1» lógico.
- Mandar la orden de escritura a través de la entrada de control R/W: R/W = «0» lógico.

Una vez cumplimentada la secuencia anterior, la información presente sobre las líneas de datos pasará al interior de la célula de memoria seleccionada por la entrada de direccionamiento.

El proceso a seguir queda detallado en



Operación de lectura en una memoria RAM. La entrada de selección de chip «E» está puesta a 1. La línea R/W selecciona el modo de escritura mediante la aplicación de un «1» lógico.

la figura correspondiente. En la confección del cronograma suponemos que la operación de lectura conduce al almacenamiento de una palabra dato en la posición de memoria cuya dirección binaria es 110.

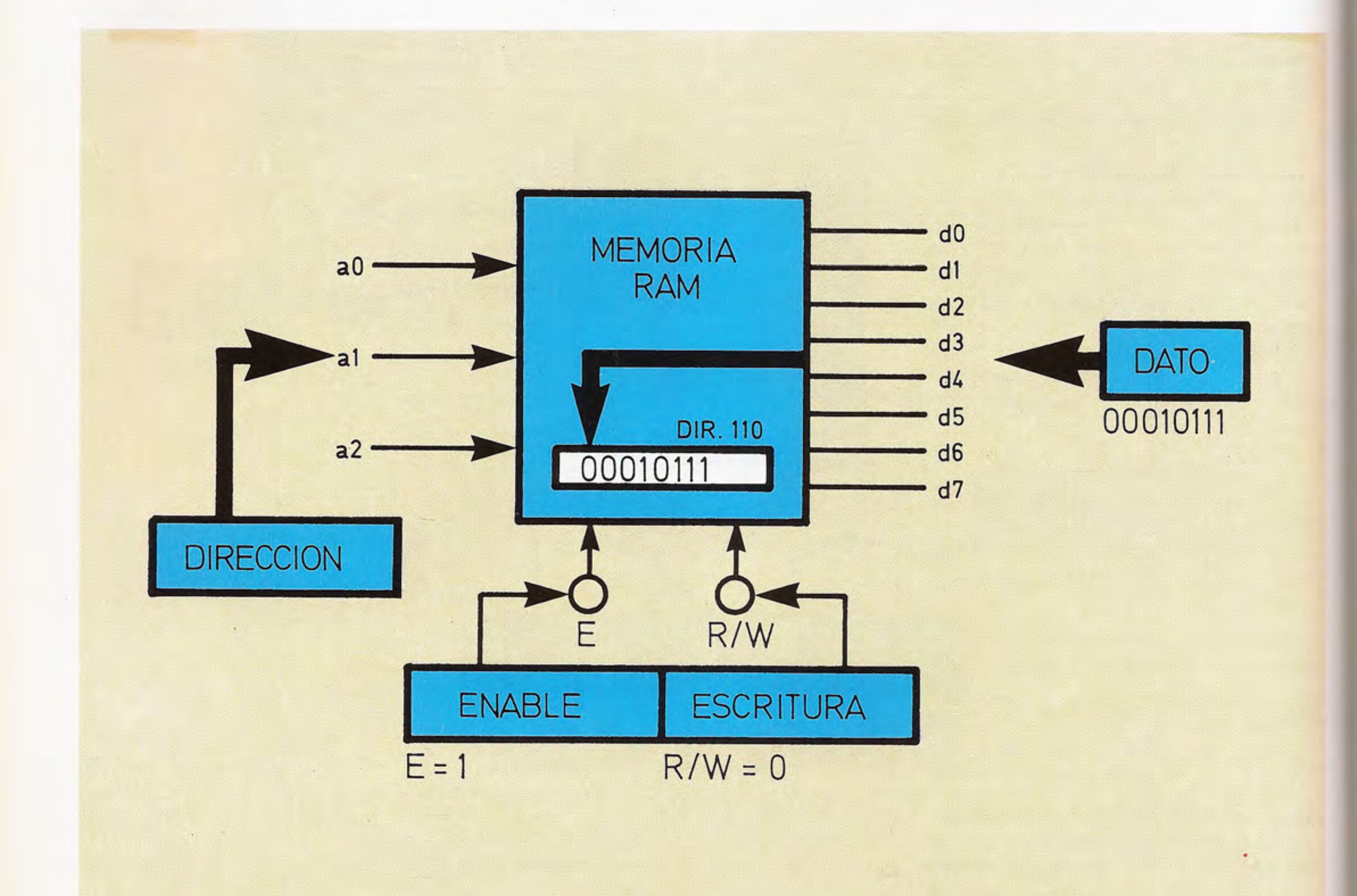
Operaciones en las memorias ROM

Además de unidades de tipo RAM –útiles para el almacenamiento de programas, datos y resultados–, la memoria central de un sistema para el tratamiento de información suele incluir zonas de memoria ROM que se ocupan del almacenamiento de programas fijos y de ejecución repetitiva, de parámetros, tablas y contantes.

Este tipo de información de carácter fijo o constante reside en unidades de memoria muerta (de sólo lectura) con el fin de garantizar su persistencia y disponibilidad en cualquier instante.

Una memoria ROM admite únicamente la operación de lectura. No cabe duda que si la memoria muerta es del tipo EAROM o UVEPROM, existirá la posibilidad de reprogramarla; sin embargo, las operaciones de reescritura o reprogramación deben efectuarse fuera del entorno del sistema y según procedimientos especiales. Esto significa que, una vez introducida en el ordenador, su actuación se reducirá a la de una simple memoria de sólo lectura.

La estructura básica de una memoria ROM se muestra en la figura. Opuestamente a las memorias RAM, las memorias de sólo lectura no precisan de línea de control lectura/escritura (R/W). La operación que efectúan es única, y por



Operación de escritura en una memoria RAM. En este caso la entrada R/W está puesta a cero. El dato colocado en las líneas de entrada se graba en la posición de memoria seleccionada en la entrada de direcciones.

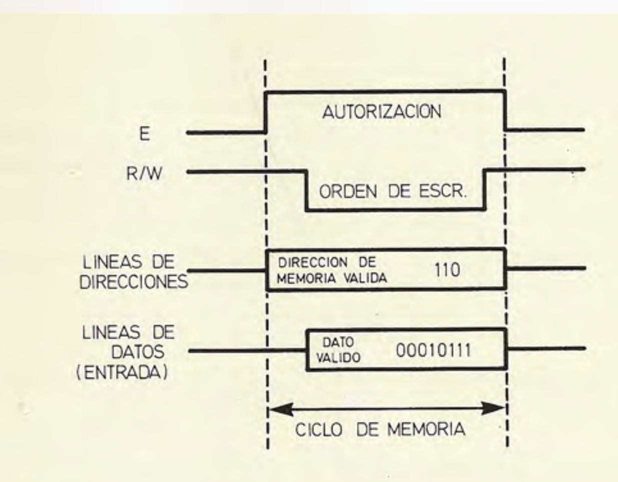
lo tanto, basta con la entrada de autorización «Enable».

Operaciones de lectura en una memoria ROM

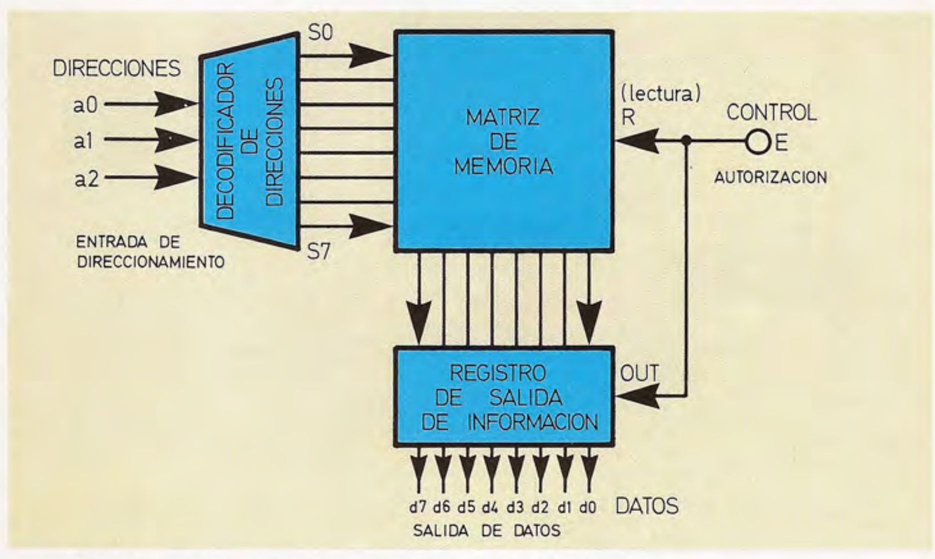
Obervando la ausencia de entrada de control R/W, la secuencia de lectura se desarrolla como sigue:

- Direccionar la célula de memoria cuyo contenido se va a leer. Para ello se lleva la dirección a las líneas de direccionamiento de la unidad de memoria.
- Autorizar la actuación de la ROM posicionando la entrada de habilitación «Enable»: E = «1» lógico.

De inmediato, la palabra de información que se encuentra en la célula direccionada pasará al registro de salida, y de éste a las líneas de salida de datos. En los microordenadores, las operaciones de lectura/escritura efectuadas sobre las unidades de memoria RAM y ROM están controladas y sincronizadas por el microprocesador que constituye la unidad central de proceso (CPU) del sistema. Tanto el direccionamiento como la generación de la señal de control R/W corre a cargo, por lo general, del microprocesador. La única salvedad se manifiesta en las operaciones denominadas de «acceso directo a memoria» DMA (Direct Memory Access). En tal caso, el control operativo de la memoria pasa a depender de un periférico.



Cronograma correspondiente a la operación de escritura en la memoria RAM tomada como ejemplo.



Estructura interna de un modelo de memoria ROM. La unidad representada posee una capacidad de almacenamiento de ocho palabras de ocho bits.

Memorias especializadas

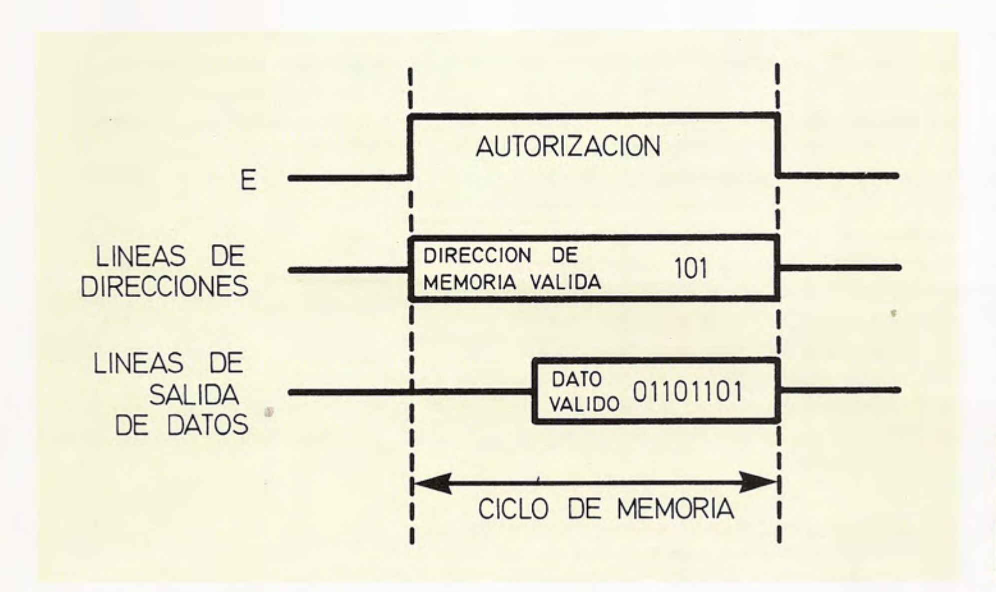
En los sistemas para el tratamiento de información deben efectuarse, por lo general, un elevado número de operaciones de mayor o menor complejidad. En principio, el órgano encargado de desencadenar y controlar las mismas es la CPU o unidad central de proceso. Algunas de estas operaciones consisten básicamente en la manipulación de una serie de datos, memorizándolos y extrayéndolos de acuerdo con una secuencia establecida.

Para «liberar» a la CPU de gran parte de la labor de supervisión y control al realizar alguna operación de este tipo, se desarrollaron unas unidades de memoria especializadas en tareas de manipulación de datos. En este contexto aparecen las memorias LIFO y FIFO.

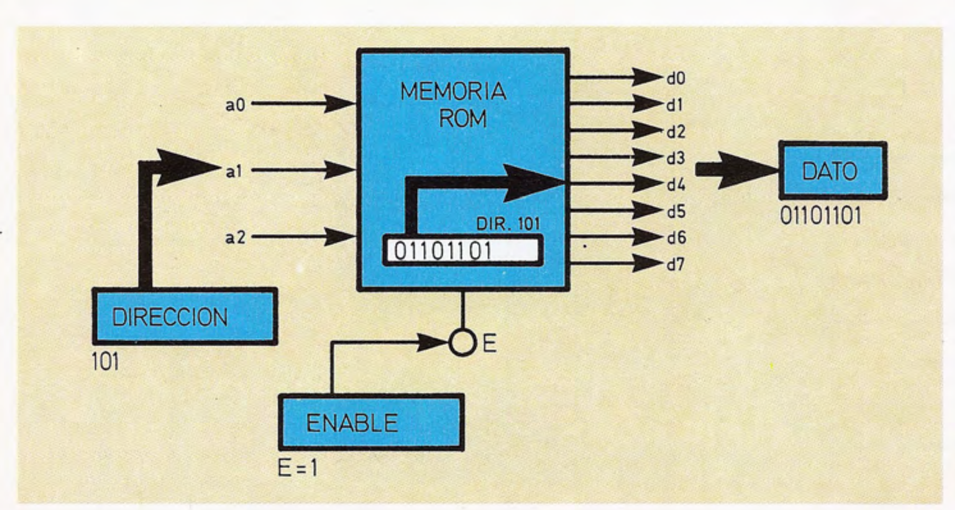
Además de las ya citadas, existe un nuevo tipo de memoria especializada, cuya característica definitoria es que es direccionable por medio de la propia información o «contenido», éstas son las denominadas «memorias asociativas» o memorias CAM (Content Addressable Memory - Memoria direccionable por el contenido).

Memorias LIFO

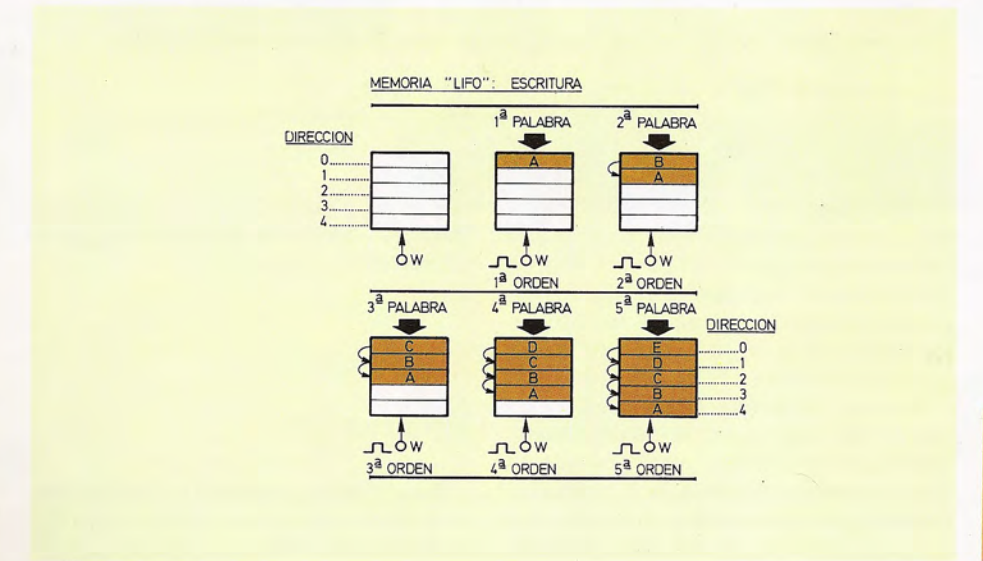
Su apelativo responde a las iniciales de su definición: «Last In, First Out» (último en entrar, primero en salir).



Operación de lectura en una memoria ROM. En este caso no existe la entrada R/W de selección de operación: siempre que se manda una orden de validación (E=1) se efectúa una lectura.



Cronograma correspondiente a la operación de lectura en la memoria ROM antes representada.



Desarrollo de una secuencia completa de escritura realizada sobre un modelo de «pila» o memoria LIFO, cuya capacidad de almacenamiento es de cinco palabras de información.

Las memorias LIFO o memorias de «pila» son unidades de almacenamiento que gestionan la entrada y salida de información tal cual si actuaran manipulando una pila: la última palabra de información escrita es la primera en ser extraída (leída).

Para asimilar con total claridad su procedimiento de trabajo veamos un ejemplo ilustrativo.

Suponga que disponemos de una unidad de memoria LIFO capaz de almacenar «n» palabras de información binaria. En consecuencia, la memoria estará constituida por un conjunto de «n» células de almacenamiento. A su vez, cada célula poseerá un número de puntos de memoria igual al número de bits que conforman cada palabra de información.

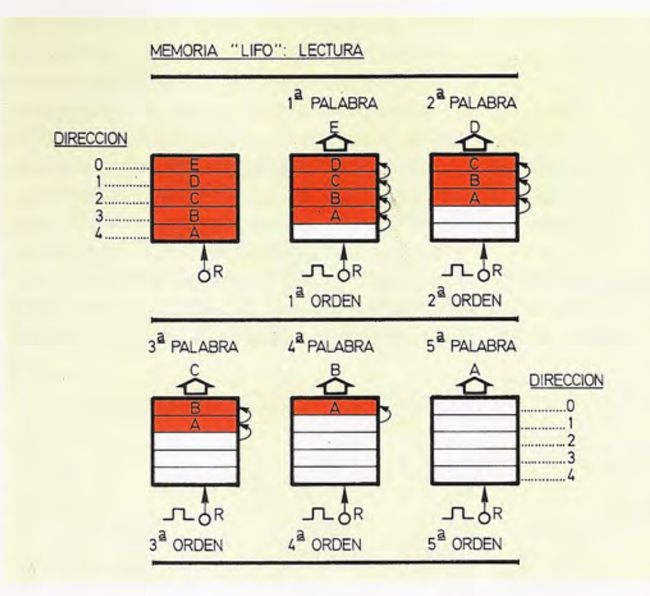
La entrada de información en la memoria LIFO la supondremos controlada por la orden de escritura «W», mientras que la lectura estará bajo el control de la línea «R».

Con cada orden de escritura ingresa en la «pila» una nueva palabra de información y, simultáneamente, las palabras previamente memorizadas se desplazan hacia una posición de memoria inferior.

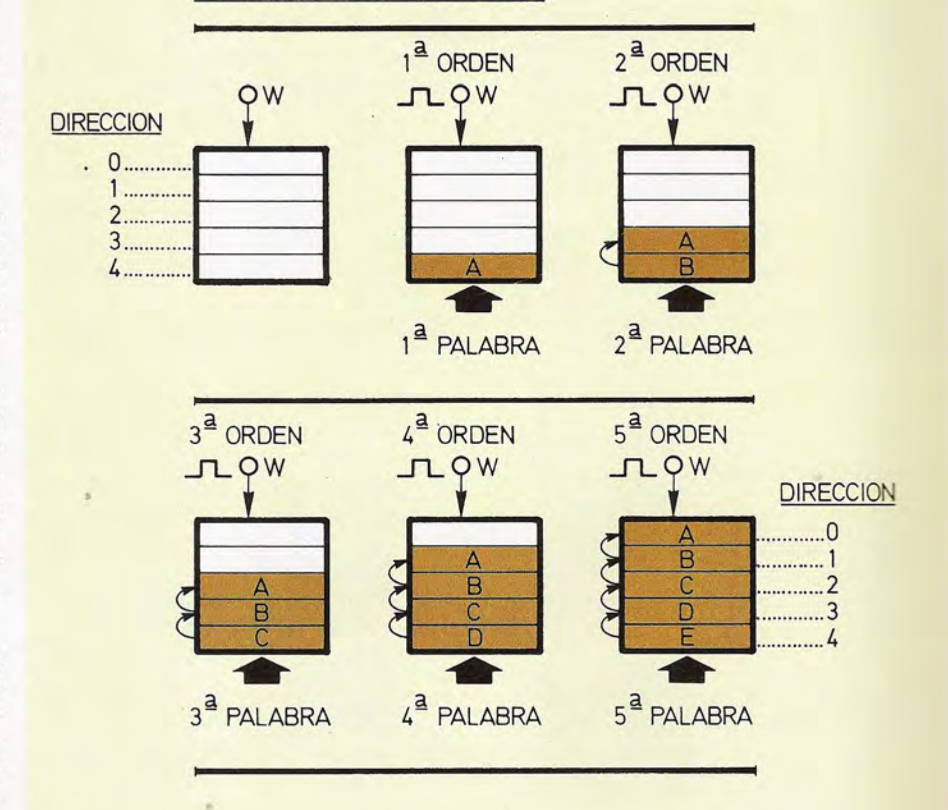
En efecto, la escritura en memoria se efectúa de forma semejante a la carga de una pila: la información más reciente se deposita sobre el contenido previo, de tal forma que se halla en condiciones de extracción inmediata.

Una vez cargada la unidad de memoria LIFO, vamos a proceder a su lectura o, lo que es lo mismo, a extraer la información almacenada. Con el primer comando R (lectura) se recupera la última palabra memorizada, y así sucesivamente hasta que el último comando de lectura extrae la primera palabra de información escrita en la pila.

Las memorias LIFO no tienen por qué ser unidades ajenas a la memoria central del sistema de proceso. Algunos microprocesadores suelen incorporar un registro denominado «stack pointer» (puntero de pila), que facilita al microprocesador la posibilidad de «construir» pilas o «stacks» sobre una zona de memoria RAM. En este caso, el direccionamiento de la pila lo lleva a cabo el registro «stack pointer», actuando sobre la zona de memoria RAM reservada al efecto.



La secuencia de lectura se inicia con la extracción de la última palabra de información escrita en la LIFO. Por medio de las sucesivas órdenes de lectura, el contenido de la «pila» es leído de acuerdo al procedimiento de trabajo que caracteriza a este tipo de memorias especiales.



Secuencia de carga o escritura en una memoria FIFO (memoria de tipo cola).

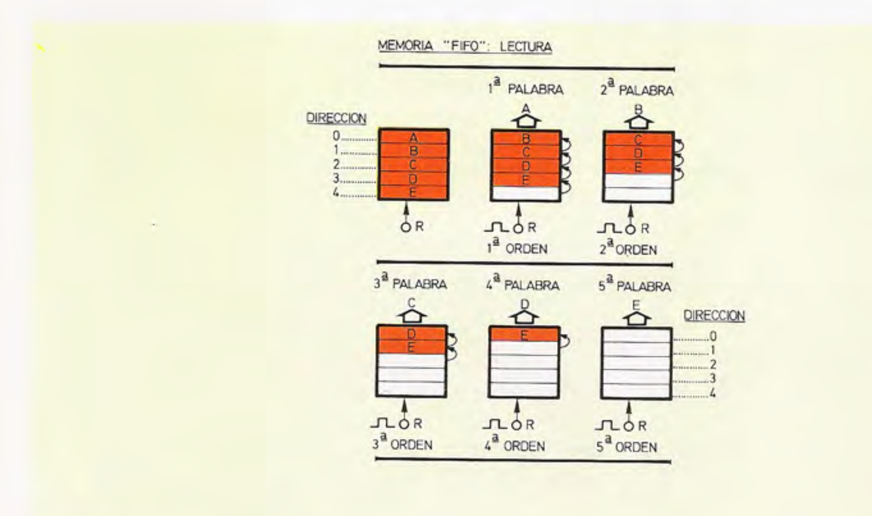
Memorias FIFO

Las memorias FIFO –«First In, First Out»– se caracterizan por su peculiar funcionamiento, semejante al propio de una «cola» de espera: la primera palabra de información escrita es la primera en ser leída.

La extracción se efectúa respetando el orden seguido en el transcurso de la secuencia de escritura o almacenamiento. Esta característica se observa claramente en el ejemplo propuesto en la figura.

Las palabras binarias escritas sucesivamente aguardan su «turno de espera» (cola), para posteriores operaciones de lectura. De esta forma, la primera lectura recupera la primera palabra de información que ingresó en la memoria; a su vez, provoca el desplazamiento del contenido de la LIFO en una posición, para conseguir que la próxima lectura afecte a la segunda palabra escrita en la «cola».

Respecto a las memorias FIFO, cabe apuntar su escasa incidencia en los sistemas microordenadores. No ocurre lo mismo con las LIFO o «pilas», habida cuenta de que la mayor parte de los microprocesadores comerciales poseen un registro especializado en la gestión de «pilas» creadas sobre una porción de la memoria RAM del sistema.



La secuencia de lectura en una memoria FIFO se inicia con la extracción de la primera palabra almacenada, y prosigue hasta concluir con la extracción de la última palabra de información escrita.

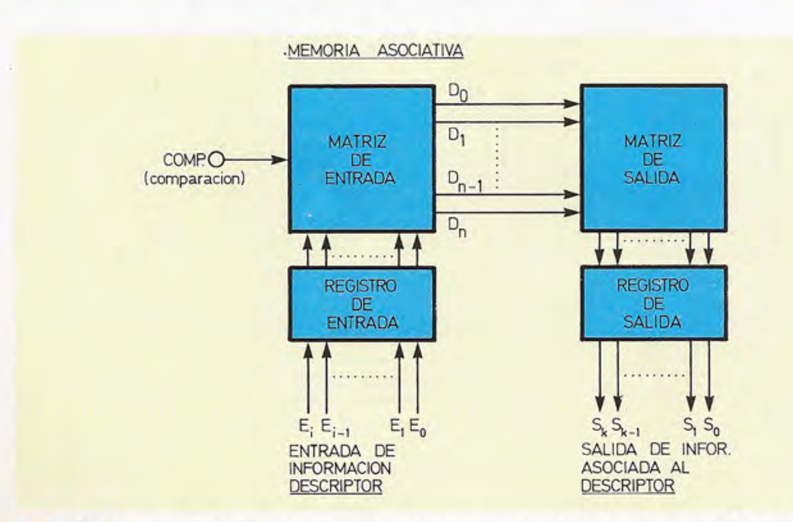


Diagrama de bloques de una memoria asociativa o memoria CAM. Para facilitar su interpretación no se ha incluido en la figura la lógica de carga o escritura inicial.

Memorias asociativas

Las memorias asociativas o «direccionables por el contenido» están concebidas para recibir una palabra de información como entrada y entregar una nueva palabra de información asociada a la anterior.

Una memoria asociativa a CAM (Content Addressable Memory) consta de dos zonas perfectamente diferenciadas. La zona de entrada recibe la palabra de información y detecta la presencia de una palabra semejante almacenada en su matriz de memoria. Si la palabra ingresada está en memoria, se generará el comando de detección correspondiente que direccionará la célula asociada, situada ésta en la matriz de salida. El contenido de la misma es la información conectada con la palabra de direccionamiento denominada «descriptor».

Ambas matrices –de entrada y salida– poseen la misma capacidad de direccionamiento, aunque pueden diferir en cuanto a la longitud de palabra.

Observando su pecular actuación, deducimos que los elementos constitutivos de la matriz de entrada serán puntos de memoria provistos de la lógica necesaria para establecer la comparación entre su contenido y el bit del mismo orden de la palabra ingresada.

Para comprender con mayor claridad la estructura circuital y actuación de los elementos que integran la matriz de entrada, recurriremos al modelo de memoria CAM, que aparece en la figura.

La memoria admite palabras binarias de 3 bits y entrega palabras de información de 4 bits. A título de ejemplo, hemos limitado su capacidad de almacena-

miento a cuatro palabras de información descriptora.

Veamos lo que ocurre al recibir la CAM una palabra de información.

En principio, la palabra binaria es depositada en un registro al efecto que denominamos registro de entrada. La operación se desencadena al mandar un pulso a través de la entrada de comparación «COMP». Este comando activará la comparación entre el contenido del registro de entrada y el de las diversas células de almacenamiento (cuatro en el ejemplo de la figura).

La comparación empieza a partir del bit más significativo (bit situado más a la izquierda) y prosigue ordenadamente a lo largo de los bits de peso inferior. Si la comparación resulta positiva, la salida «Di» de la célula implicada direccionará la célula de la matriz de salida asociada a la anterior. El contenido de la citada posición –información asociada al «descriptor»– pasará al registro de salida de la unidad de memoria CAM.

La secuencia operativa queda ilustrada por medio del ejemplo propuesto en la figura. La palabra de información (101) ingresa en la zona de entrada de la CAM a través del registro correspondiente. Al actuar la orden COMP, la memoria asociativa responde depositando sobre el registro de salida la información asociada a la palabra de direccionamiento o «descriptor».

Si la información ingresada no dispone de contenido paralelo en la zona de entrada, la comparación será negativa y, en consecuencia, no se entregará información de salida.

Estructura de una memoria CAM

La estructura de los elementos de la matriz de entrada y de los puntos de memoria de la matriz de salida es relativamente simple. En la figura adjunta se ha detallado la organización circuital de una línea completa de la CAM y se apunta el comportamiento del circuito. Para concretar en la medida de lo posible, y de esta forma facilitar la asimilación por parte del lector, supondremos que los elementos básicos constitutivos de la CAM son estructuras lógicas biestables del tipo J-K.

Volviendo al esquema en cuestión, se observa que cada bit de la palabra depositada en el registro de entrada es comparada con el contenido de los correspondientes puntos de memoria que forman parte de la matriz de entrada (en el gráfico no se ha representado la lógica de escritura en las células de memoria, sino únicamente la circuitería que habilita su actuación como CAM).

El resultado de la comparación –autorizado por el comando COMP– se propaga hacia los elementos adyacentes a la derecha y autoriza la propagación sucesiva de tal comando, siempre y cuando la comparación anterior haya resultado positiva.

La salida de comparación, entregada por el elemento de menor peso, se convierte en la orden que direcciona la posición o célula de memoria de la matriz

Para saber más

¿De cuántos bloques consta una unidad de memoria integrada?

De cuatro: el decodificador de direcciones, la matriz de memoria, la lógica de control y el registro de información.

¿Qué es una célula de memoria?

Se denomina célula de memoria al conjunto de puntos de memoria necesarios para almacenar una palabra de información.

¿Qué relación existe entre la dirección de una célula de memoria y su contenido?

La dirección de una célula es un valor fijo que indica la posición de la célula dentro de la matriz de memoria. El contenido es la información grabada en la célula. En el caso de una memoria RAM este contenido puede variar a lo largo de la ejecución de un programa.

¿Cuántas líneas de bit se necesitan para direccionar todas las posiciones de una matriz de memoria?

El número de líneas, al que denominaremos n, debe ser tal que 2^n sea mayor o igual que el número total de posiciones de la matriz a direccionar.

¿Qué ventajas presentan las memorias RAM dinámicas sobre las RAM estáticas?

La principal ventaja es el menor consumo energético de las dinámicas. Por otra parte, las posibilidades de integración de estas memorias también son mayores. Las RAMs estáticas se utilizan, en general, cuando la capacidad de memoria requerida no es muy alta.

¿Hay algún tipo de memorias ROM cuyo contenido pueda alterarse por el usuario?

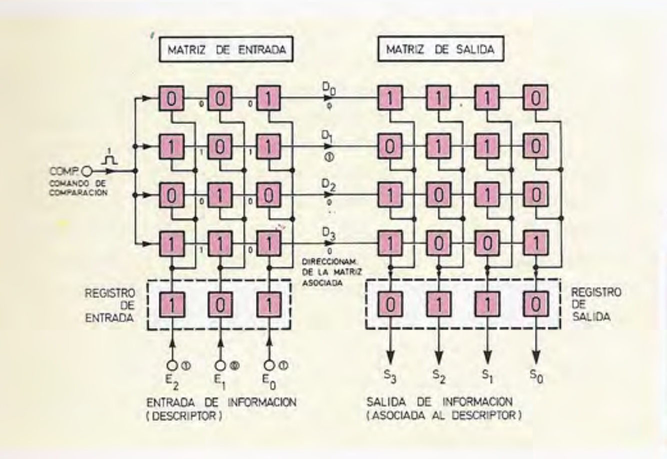
Sí. Salvo las memorias ROMs programadas por máscara, cuyo contenido es grabado durante el proceso de fabricación, las memorias UV-EPROM, EAROM, etc. admiten cambios en la información almacenada aplicando técnicas especiales.

¿Existen memorias ROMs dinámicas?

No. El contenido de las memorias ROMs no se desvanece con el tiempo y no es necesario aplicar ningún tipo de tensión de alimentación para conservar ni regenerar su contenido.

¿Las operaciones de lectura y escritura pueden realizarse en cualquier tipo de memorias centrales?

No. Todas las memorias residentes pueden ser leídas; sin embargo, sólo es posible escribir o almacenar datos en las memorias de tipo RAM. El contenido de las memorias ROM se introduce durante los procesos de fabricación o antes de la colocación del circuito dentro del sistema.



Modelo de memoria CAM (asociativa) sobre el que se representa una secuencia típica de funcionamiento.

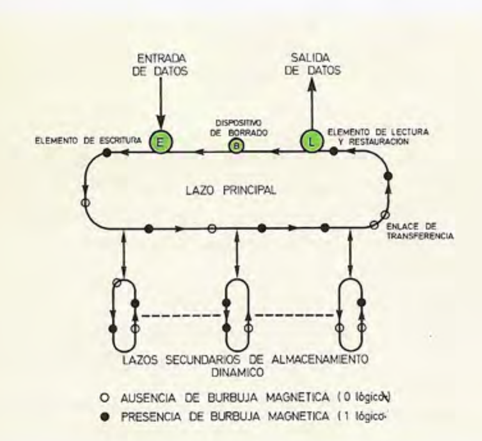


Diagrama sinóptico de una memoria de «burbujas magnéticas».

de salida que almacena la información asociada a la palabra «descriptor».

Una particularidad de las CAM, que en muchos casos justifica su empleo, es que hace posible obtener un dato asociado a partir de otro de inferior número de bits.

El campo de aplicación de las CAM es notablemente amplio. Una memoria de este tipo permite efectuar transcodificaciones en un tiempo mínimo. Esto se consigue asignando a los datos expresados en un determinado código una información en la matriz de salida coincidente con su expresión transcodificada. Otra aplicación interesante consiste en el uso de las CAM para generar tablas y ábacos memorizados.

En la actualidad hay en el mercado sistemas basados en microprocesador que realizan la función de agenda telefónica, bloc de notas o traductores. Estos dispositivos actúan almacenando bloques de información o simplemente palabras referenciadas por medio de un indicativo o palabra clave. La información almacenada se halla a disposición del usuario, quien puede recuperarla sobre un display de visualización sin más que introducir el indicativo o clave correspondiente.

Pues bien, el fundamento de estos blocs de notas electrónicos y programables lo constituyen las memorias asociativas. La clave se memoriza en la matriz de entrada, mientras que la información asociada pasa a ocupar una célula de la matriz de salida; a su vez, el registro de salida de información se halla conectado a un visualizador alfanumérico. Cuando se desea recuperar una información previamente «anotada», basta con ingresar la clave correspondiente y leer la información asociada sobre el visualizador.

Memorias de «burbujas» y de tecnología CCD

Memorias RAM a burbujas

En este tipo de RAMs la información binaria es almacenada en forma de presencia o ausencia de dominios de magnetización en un medio magnético. Las memorias a burbujas magnéticas (o dominios de magnetización) operan como virtuales registros de desplazamiento provistos de una serie de complejas señales de control para los diversos campos magnéticos que intervienen.

Los dominios magnéticos o burbujas se desplazan sobre el plano de la superficie magnética por medio de la excitación de determinados campos magnéticos.

Este tipo de memorias almacenan los estados lógicos «1» ó «0» en forma de presencia o ausencia de dominio magnético polarizado. Una característica importante es que las memorias a burbujas magnéticas retienen la información almacenada aun en ausencia de alimentación. Sin embargo, su velocidad de trabajo es, hoy por hoy, sustancialmente inferior al de las RAMs de tecnología MOS. En contrapartida, la capacidad de almacenamiento de una memoria a burbujas supera actualmente los cuatro millones de bits.

Memorias RAM de tecnología CCD

Este tipo de memorias se basa en dispositivos de carga acoplada o dispositivos CCD (Charge-Coupled Device).

La actuación de estos dispositivos se fundamenta en el desplazamiento de bloques discretos de carga a lo largo de una superficie semiconductora.

Los bloques de carga están almacenados en capas de potencial y son transferidos en serie al trasladar las citadas zonas de potencial a lo largo de la película de material semiconductor. En efecto, su modo de operación es semejante al de un registro de desplazamiento serie.

La estructura CCD permite una densidad de integración de dos a tres veces mayor de la que admite la estructura MOS convencional, y su tiempo de acceso típico es notablemente inferior. Concluyendo, podemos situar el campo de aplicación de las memorias CCD y de burbujas en el hueco comprendido entre las memorias RAM bipolares o MOS y las memorias de masa (cinta, disco y tambor magnético).

Unidades de entrada/salida



La función de las unidades de entrada/salida –E/S o I/O, según utilicemos notación castellana o anglosajona INPUT/OUTPUT– es adaptar la información procedente del exterior para que sea interpretable por el ordenador, así como adaptar la información suministrada por el ordenador para que pueda ser tratada por los periféricos.

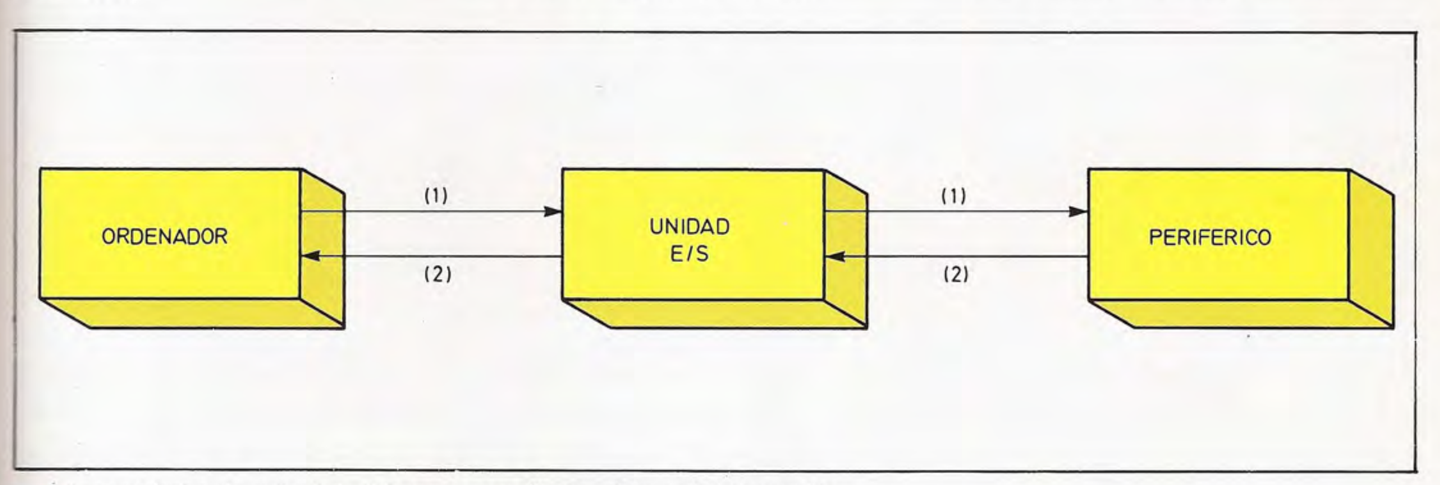
Intercambio de información con el exterior

Las unidades periféricas no forman parte de la unidad central del ordenador de ahí que, necesariamente, haya que habilitar el intercambio de información entre la CPU y los periféricos.

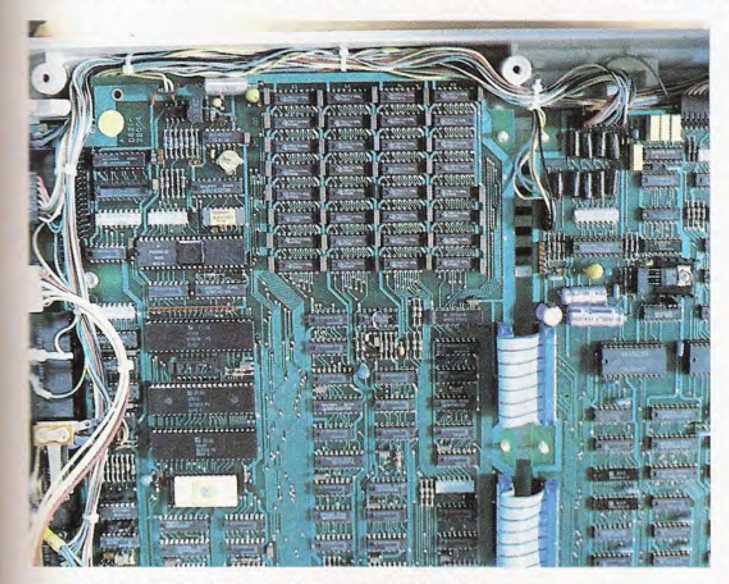
Vías de enlace con la periferia del ordenador

Si comparamos al ordenador con el cuerpo humano, la CPU correspondería al cerebro, mientras que las unidades periféricas más importantes serían los órganos en los que residen los cinco sentidos. De poco serviría tener un cerebro privilegiado si la información obtenida a través de cualquier sentido (la vista, por ejemplo), no fuera interpretable por aquél.

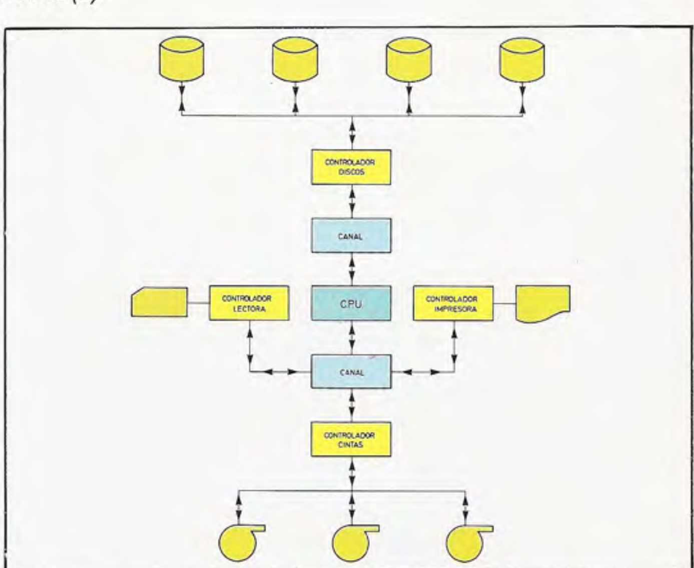
Este papel está reservado al sistema nervioso en el cuerpo humano y a las unidades de E/S en el ordenador.



Las unidades de entrada/salida se ocupan de transformar la información representada en el formato del ordenador a información interpretable por el dispositivo periférico (1), y viceversa (2).



En los microordenadores actuales, las unidades de entrada/salida suelen estar constituidas por circuitos integrados programables especializados en este tipo de tareas.



Arquitectura de la unidad central de un ordenador en el que intervienen los dos tipos genéricos de unidades de E/S: canales y controladores periféricos.

Justificación de las unidades de entrada/salida

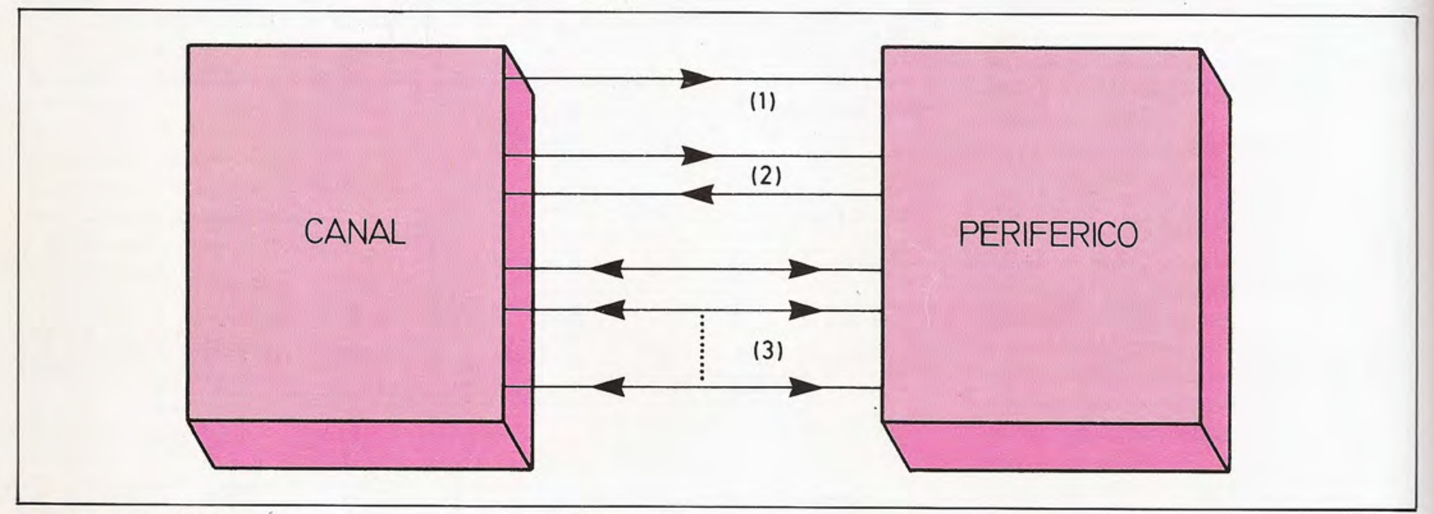
Estas unidades sirven para canalizar las transferencias de información entre el ordenador, mini o micro, y los dispositivos periféricos exteriores. Por supuesto, su actuación es controlada por la CPU.

Un ordenador puede disponer de varias unidades de E/S que, a su vez, pueden controlar varios periféricos del mismo tipo. Las principales ventajas obtenidas con su empleo son las siguientes:

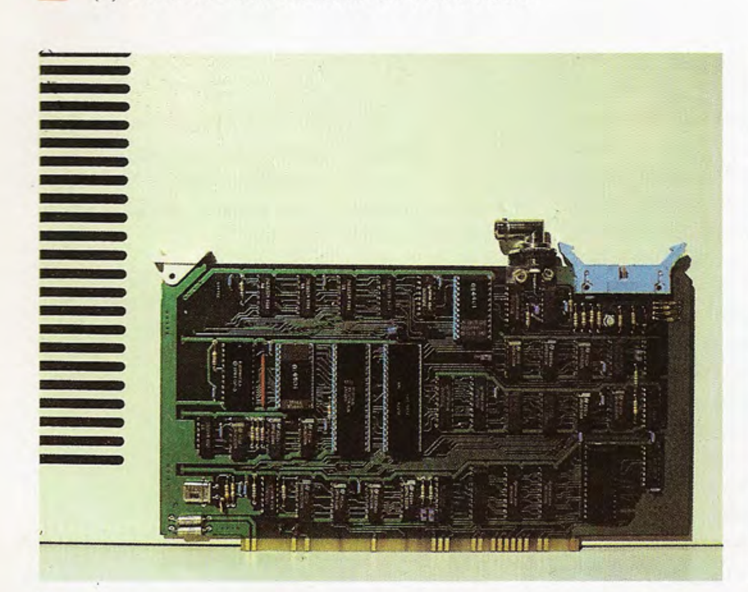
1. La velocidad de trabajo de la CPU es muy superior a la de los periféricos; en consecuencia, mediante las unidades de E/S se consigue la independencia entre ambas y el mejor rendimiento de la CPU.

2. Los periféricos pueden tratar de distinta forma a la información, incluso en unidades del mismo tipo esta característica varía según los fabricantes. Mediante las unidades de E/S se pueden adaptar muy diversos tipos de periféricos, independientemente de que sus formatos sean distintos a los de comunicación del propio ordenador.

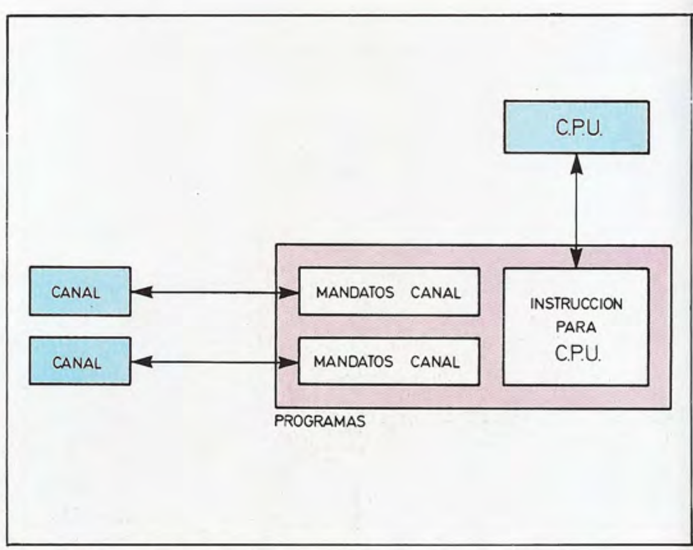
3. Las unidades de E/S también sirven de intermediarias entre las lógicas



Esquema básico de la estructura de un bus de adaptación (interface) genérico: (1) señal de lectura/escritura; (2) líneas para la sincronización de operaciones de transferencia; (3) líneas de transferencia de información.



Algunas unidades de entrada/salida pueden requerir una circuitería electrónica compleja. En la fotografía aparece una unidad de E/S encargada de la adaptación de un puesto de trabajo al sistema Secoinsa Serie-20.



Los canales liberan a la CPU de tareas supletorias; mientras la CPU ejecuta instrucciones, los canales pueden ocuparse de gestionar las operaciones de transferencia con los periféricos.

binarias del ordenador y de los periféricos, que pueden ser distintas.

Tipos de unidades de E/S

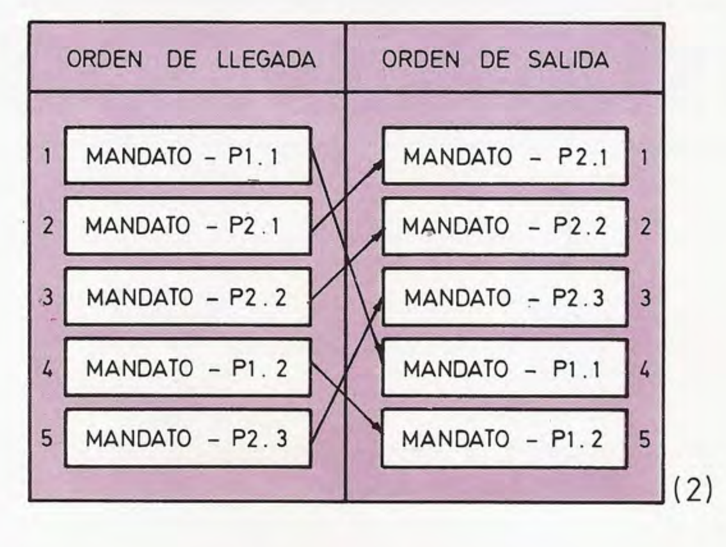
El intercambio de información entre la unidad central del ordenador y los dispositivos periféricos se realiza, normalmente, a través de dos tipos de unidades de E/S: los canales y los controladores de periféricos.

Canales

El número de operaciones por segundo que puede ejecutar cualquier ordenador es muy superior al de transferencias de información por segundo que puede realizar el mismo. Este hecho obliga a mantener bloqueada la CPU mientras se realizan las operaciones de entrada/salida.

La solución a este problema surge con los *canales*. Cuando la CPU necesita realizar una transferencia de información con un periférico lento, por ejemplo, una impresora, no tiene por qué esperar a que ésta termine de escribir una línea para ordenar la escritura de la siguiente. Simplemente, «lanza» todas las órdenes de escritura al canal y continúa ejecutando otras instrucciones del programa. Será responsabilidad del canal gestionar adecuadamente todas las operaciones de salida que le han sido transferidas.

Este tipo de dispositivos se utilizan casi exclusivamente en ordenadores y miniordenadores. La mayoría de los microordenadores no disponen de canales, realizándose el intercambio de información directamente entre la CPU y los controladores de periféricos.



Secuencia de órdenes de salida, para un mismo orden de llegada, según se aplique la alternativa de prioridad «primero el llegar, primero en salir» (1) o «prioridad exterior» (2); en este último caso, se considera prioritario al procesador P2.

Controladores de periféricos

Se encargan de gestionar una o varias unidades periféricas de un mismo tipo; para ello tienen que ser capaces de:

- Interpretar las instrucciones que reciben o entregan del/al odenador. Ello se realiza a través de circuitos que adaptan y reconocen las señales de «interface» del canal o de la unidad central de proceso.
- Controlar el periférico asociado según sus características; para ello decodifican la operación que se les ordena ejecutar (lectura, escritura, rebobinado...) y, en el sentido inverso, emiten información del estado del periférico (ocupado, preparado, rebobinado...).

La complejidad de los controladores de periféricos puede ser muy dispar y suele estar en consonancia con la complejidad del propio periférico. Evidentemente, es muy distinto controlar una lectora de tarjetas, que realiza necesariamente un trabajo secuencial y exclusivamente de entrada de datos, que controlar una unidad de discos que puede

ser utilizada tanto para entrada como para salida de datos, e incluso de forma no secuencial. En los casos más complejos se pueden llegar a utilizar microprocesadores dedicados exclusivamente a controlar dispositivos periféricos.

«Interface» entre la CPU y las unidades periféricas

Se denomina «Interface» a las especificaciones de conexión necesarias para adaptar las unidades periféricas a la CPU o a los canales.

En un sentido más amplio, también se entiende por «Interface» a la circuitería necesaria para adaptar las señales del ordenador a las de los periféricos y viceversa. En cualquier toma o conexión ajustada a un determinado estándar de «Interface» cabe diferenciar dos tipos de hilos: los que llevan la información y los que se encargan de sincronizar las operaciones e indicar si éstas son de entrada o salida.

Prioridades de acceso

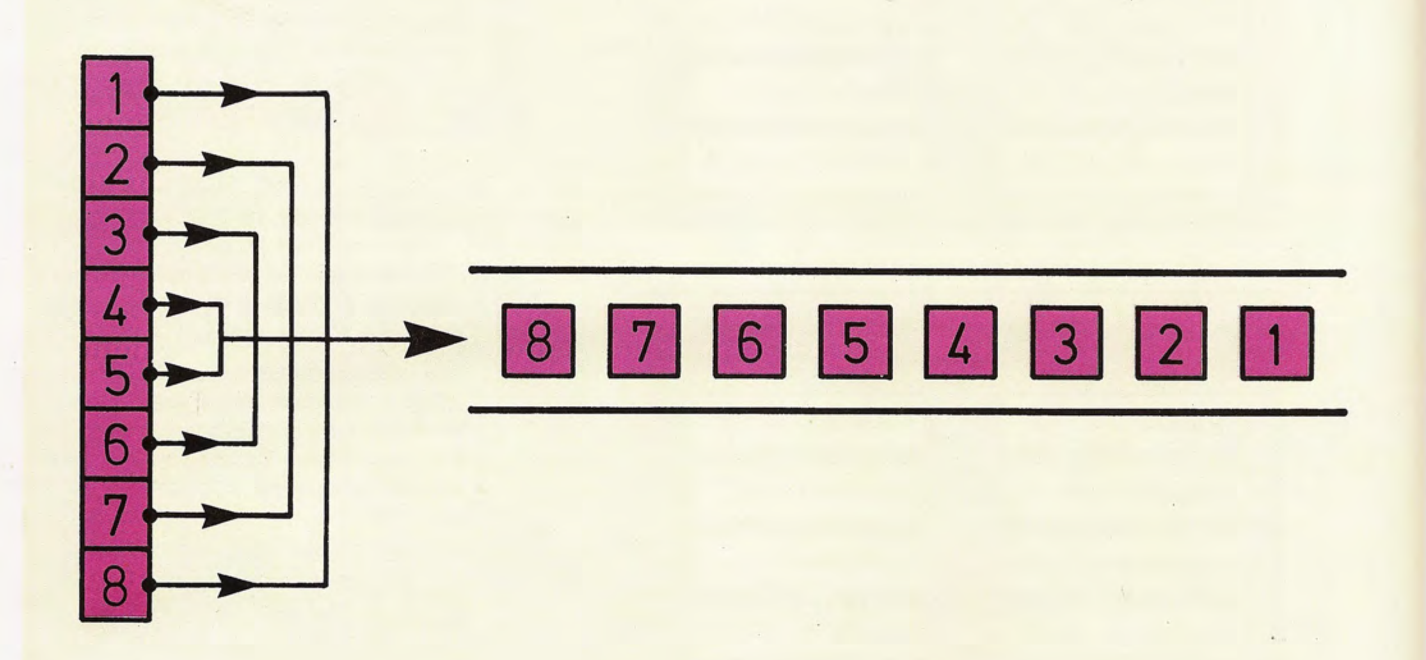
En el caso de que dos o más procesadores soliciten al mismo tiempo un periférico, la unidad de E/S tiene varias alternativas para decidir a cuál de ellos atenderá primero:

1. *Primero en llegar, primero en salir*

Este método es el más sencillo, consiste en asignar los recursos según el orden en el que han sido solicitados. La unidad de E/S mantiene una cola de transacciones a efectuar según el orden de llegada y las va realizando en el mismo orden.

2. *Prioridad exterior*

El sistema acepta unas prioridades marcadas desde el exterior, de forma



La transmisión en serie utiliza una sola línea de entrada-salida. Por ella van entrando o saliendo, de forma secuencial, cada uno de los bits de las palabras transferidas.

que atenderá las solicitudes antes o después según su nivel de prioridad. El defecto de este procedimiento es que un procesador con máxima prioridad, que tenga muchas transacciones pendientes, puede llegar a bloquear el sistema.

3. *Asignación cíclica*

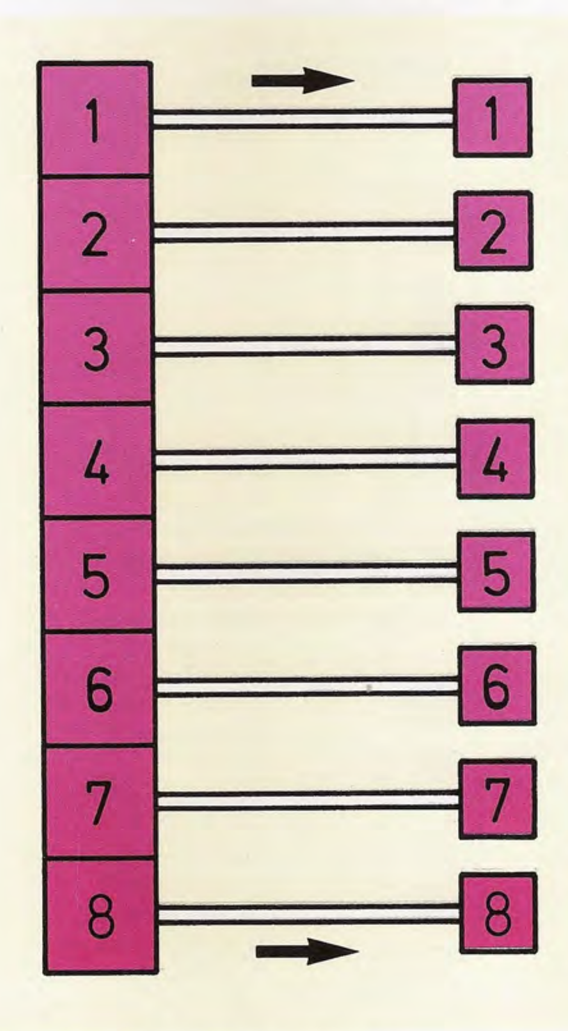
Consistente en atender, cíclicamente y siempre en el mismo orden, a todos los procesadores que hayan solicitado la intervención de un periférico. Este método no es posible utilizarlo más que en determinado tipo de sistemas.

Tipos de transmisión

Una de las principales funciones de las unidades de entrada/salida es la transmisión de información entre la CPU y los periféricos. Esta transmisión puede efectuarse, esencialmente, de dos formas distintas: en serie o en paralelo.

La *transmisión en paralelo* trata de forma simultánea a todos los elementos de una unidad de información; por ejemplo, enviando por ocho líneas distintas los ocho bits de una palabra binaria (un byte).

En la *transmisión en serie* la información es canalizada de forma secuencial,



La transmisión en paralelo utiliza tantas líneas de entrada/salida como bits contenga la palabra básica de información tratada. Todos los bits de una palabra se transfieren, por tanto, de forma simultánea.



Para saber más

¿Cuáles son las principales ventajas introducidas por las unidades de E/S?

1. Desbloqueo de la CPU al encargarse de forma autónoma de gestionar las transacciones de información.
2. Adaptación de los distintos formatos con que trabajan los periféricos a los formatos del ordenador.
3. Control y adaptación de las distintas lógicas binarias de los periféricos y la CPU.

¿Qué tipos de unidades de E/S existen?

Los *canales,* que son los intermediarios entre la unidad central de proceso del ordenador y los periféricos, y los *controladores de periféricos,* que pueden gestionar la utilización de uno o varios periféricos del mismo tipo.

¿Los controladores de periféricos son parte de los periféricos?

En algunos casos, cuando el controlador se encarga de un único periférico se le puede considerar como parte del periférico, aunque, en general, el controlador es independiente del periférico.

¿Qué misiones específicas tienen encomendadas los controladores de periféricos?

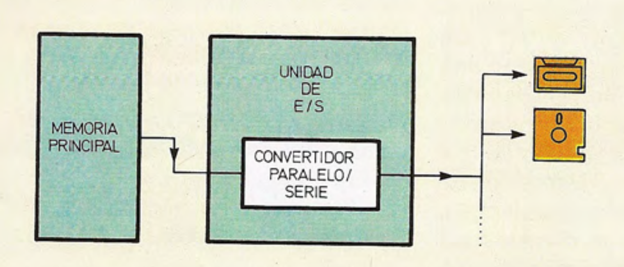
Depende del tipo de unidades controladas, pero, en general, se encargan de ejecutar las intrucciones recibidas de la CPU y de devolver a ésta información del estado del periférico.

¿En qué consiste la «Interface»?

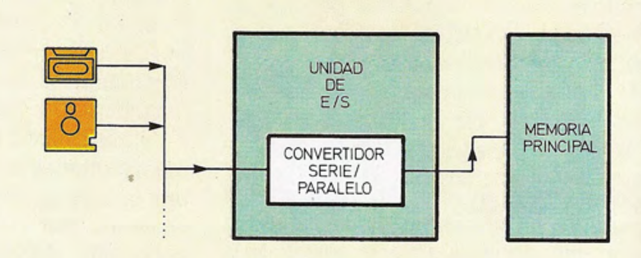
Son las especificaciones necesarias para poder conectar los periféricos a las unidades de control o canales. Por extensión, suele denominarse de esta forma al dispositivo o unidad que se ocupa de adaptar y establecer este tipo de comunicaciones.

¿Qué tipos de interface existen?

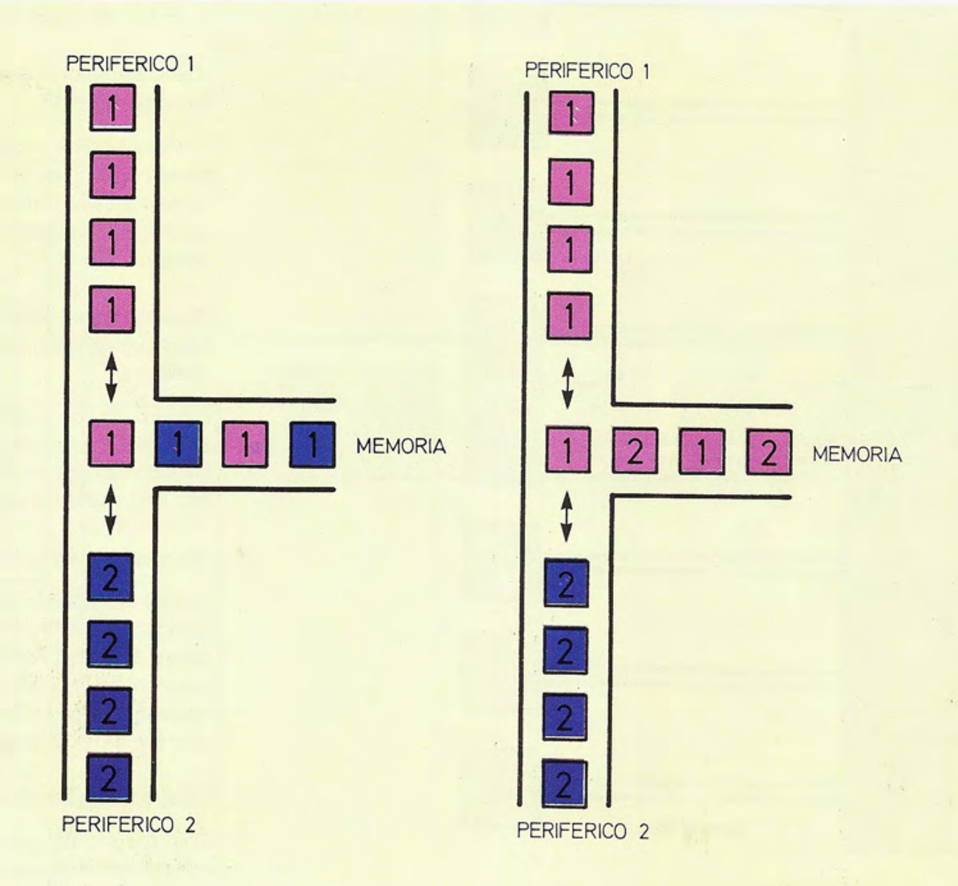
Dos. *Tipo paralelo,* que consiste en realizar la transmisión simultánea de varios bits o unidades elementales de información, y *tipo serie,* que realiza la comunicación secuencialmente, es decir, tan sólo se transmite un bit en cada instante.



El convertidor paralelo/serie de una unidad de entrada/salida permite la transmisión de datos desde la memoria principal hacia algunos periféricos, como unidades de cinta magnética, disquete, etc.



El convertidor serie/paralelo se utiliza para la transmisión de informaciones desde periféricos, como casetes o disquetes, a la memoria principal de un sistema ordenador.



En la modalidad de transmisión a bytes, representada a la izquierda de la figura, los bytes provenientes de periféricos distintos se van entremezclando en la línea común de E/S. En la modalidad de transmisión a ráfagas (figura de la derecha) no se entremezclan los bytes, sino los mensajes completos.

es decir, por una sola línea se envían, uno tras otro, todos los bits de una palabra.

El funcionamiento en paralelo es evidentemente más rápido que la operación en modo serie: la información se envía más compactada y tarda, por tanto, menos tiempo en llegar desde el punto de origen al de destino.

Algunas unidades de entrada/salida disponen de registros que convierten los datos en formato paralelo a formato serie, o viceversa. La transformación de paralelo a serie es utilizada en el proceso de transferencia de información desde la memoria principal a periféricos como pantallas de rayos catódicos, unidades de casete o disco flexible, etc. Cuando la ruta seguida por los datos es la contraria, desde los periféricos hacia la memoria principal, la información se transforma de formato serie a paralelo.

Modalidades de transmisión

Cuando los dispositivos periféricos son lentos, la unidad de entrada/salida no trabaja a pleno rendimiento. Esta pérdida de tiempo de transmisión se puede evitar haciendo que varios periféricos lentos compartan la misma unidad de entrada/salida. Cada dispositivo transmite, en este caso, un byte cada vez. Podemos hablar entonces de *transmisión en bytes:* a la memoria del ordenador llegan bytes intercalados procedentes de distintos periféricos.

Cuando varios dispositivos rápidos están acoplados, la interpolación de bytes se hace imposible. En este caso se aplica la modalidad de *transmisión a ráfagas:* a la memoria del ordenador llegan todos los bytes consecutivos de un registro.

En esta modalidad sólo puede funcionar simultáneamente un único dispositivo periférico, mientras que en el caso de transmisión en bytes varios dispositivos funcionan a la vez, sin interferir entre ellos.

Procesos solapados

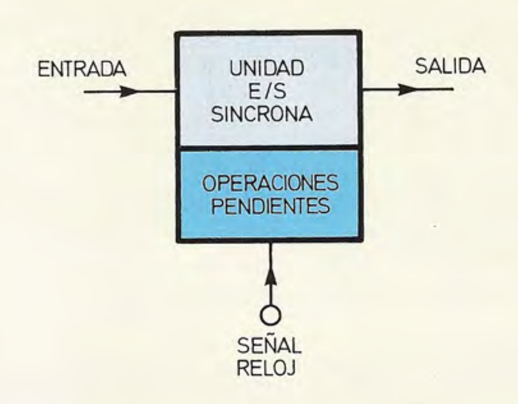
A menudo, varios dispositivos periféricos comparten la misma unidad de entrada/salida. No obstante, suponga ahora que en un momento dado sólo hay un periférico acoplado a cada unidad de entrada/salida.

En este caso, la entrada de datos en la memoria principal se efectúa a través de una unidad. Al mismo tiempo, la salida de datos de la memoria principal se lleva a efecto por otra unidad. Esto es, se está efectuando una lectura y una escritura de datos de forma simultánea.

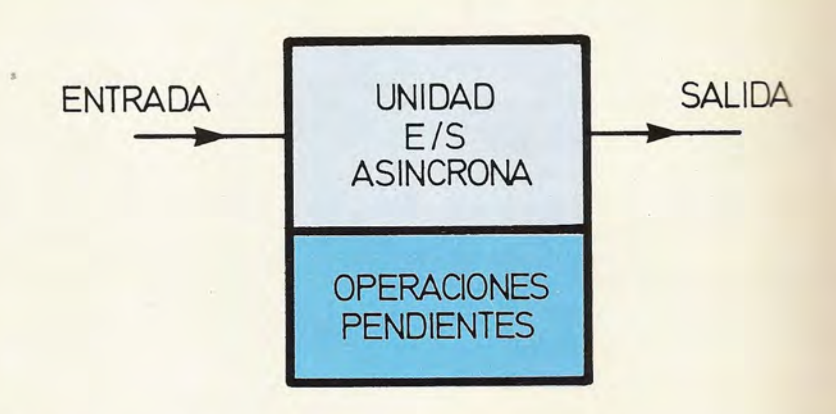
Cuando dos o más actividades se producen simultáneamente se dice que se está realizando un proceso solapado.

Técnicas para procesos solapados

Un primer método para efectuar procesos solapados se fundamenta en la utilización de dos áreas de entrada/sali-



Las unidades de E/S síncronas operan en consonancia con una señal de reloj que regula la ejecución de cada una de las operaciones de transmisión.



En las unidades de E/S asíncronas la transmisión de un dato comienza cuando ha finalizado la transmisión del anterior.

da: los registros de la primera se procesan mientras le llegan datos a la segunda. Cuando un dato sale del área de proceso, las posiciones de memoria que se dejan vacías pasan a utilizarse para la entrada de datos.

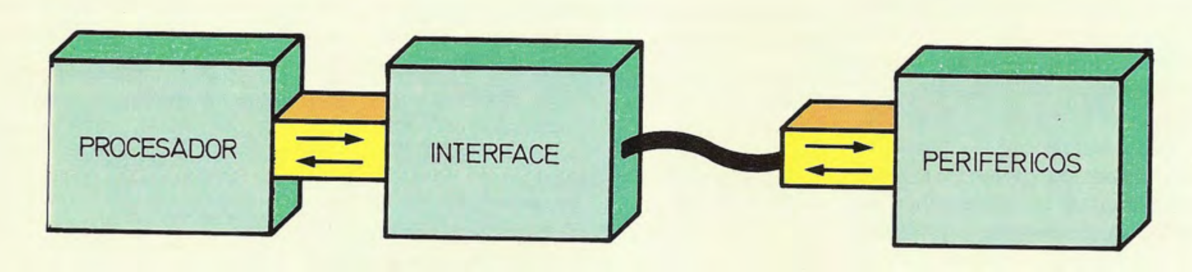
Cuando se procesan registros agrupados en bloques, se emplea una técnica parecida: tan sólo se utiliza un área de entrada/salida como memoria intermedia para el almacenamiento del bloque, y una segunda área de datos en proceso con capacidad para un único registro lógico.

Tipos de sincronicación

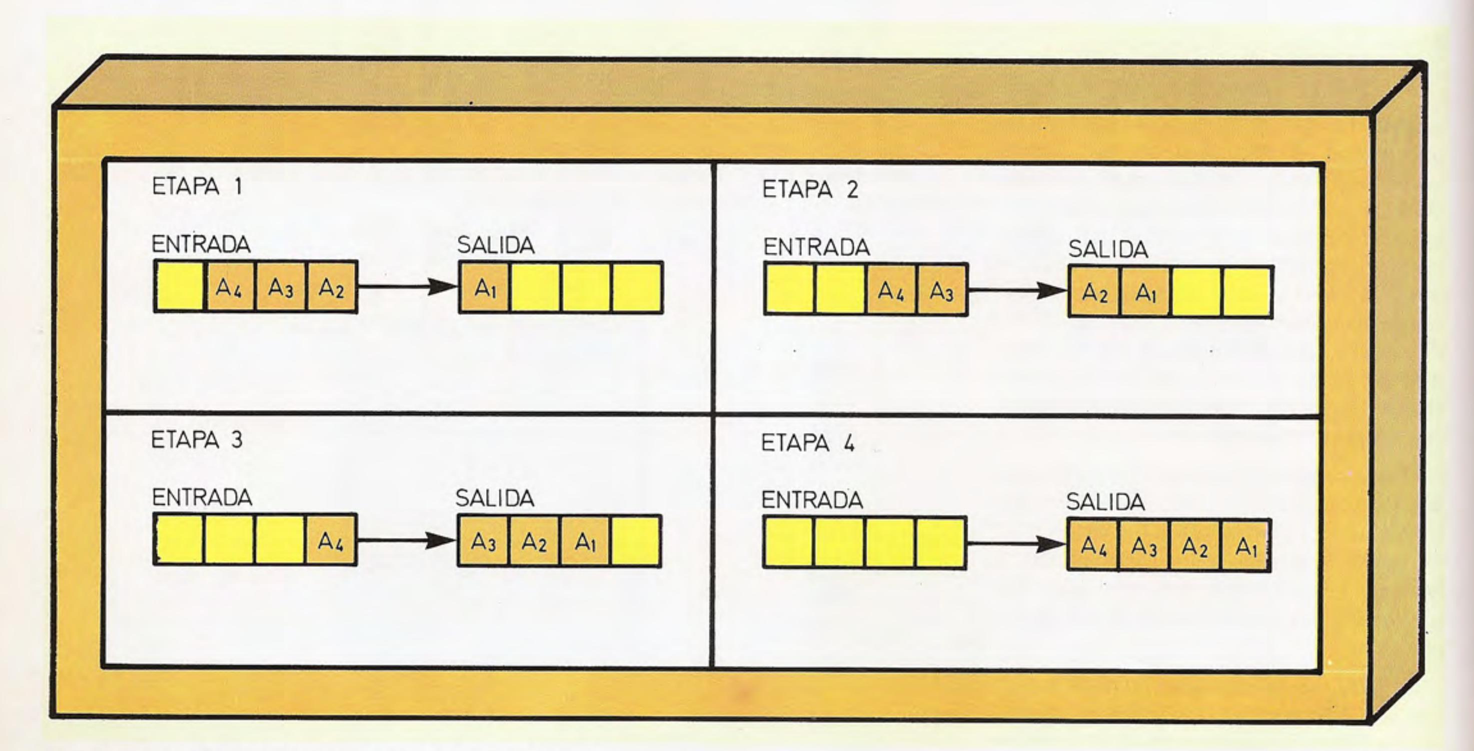
El concepto de sincronización, dentro de la terminología informática, hace referencia a dispositivos que se encargan de coordinar el funcionamiento de las diferentes unidades de un sistema.

Aplicando este concepto general a las unidades de entrada/salida podemos establecer una nueva clasificación en dos grupos antagónicos: unidades síncronas y unidades asíncronas.

Unidad de entrada/salida síncrona, es aquella que ejecuta una secuencia de transmisiones bajo el control de un ciclo de señales igualmente espaciadas y pro-



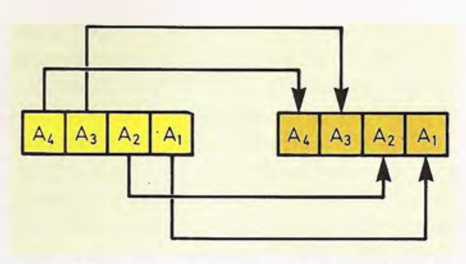
La misión fundamental del interface es servir de enlace entre el ordenador (o su unidad de control) y los periféricos.



En la figura se pueden observar las cuatro etapas necesarias para la transmisión en serie de una palabra de 4 bits.

cedentes de un reloj. Es decir, la transmisión de la información se realiza en función de dos tipos de señales: las propias de la información a transmitir y la señal de sincronismo procedente del reloj.

Las *unidades asíncronas* tienen un funcionamiento independiente del reloj: el fin de un proceso de transmisión marca el comienzo del nuevo envío de datos.



Para la transmisión en paralelo de una palabra de 4 bits es necesaria una única etapa en la que se envían simultáneamente los 4 bits.

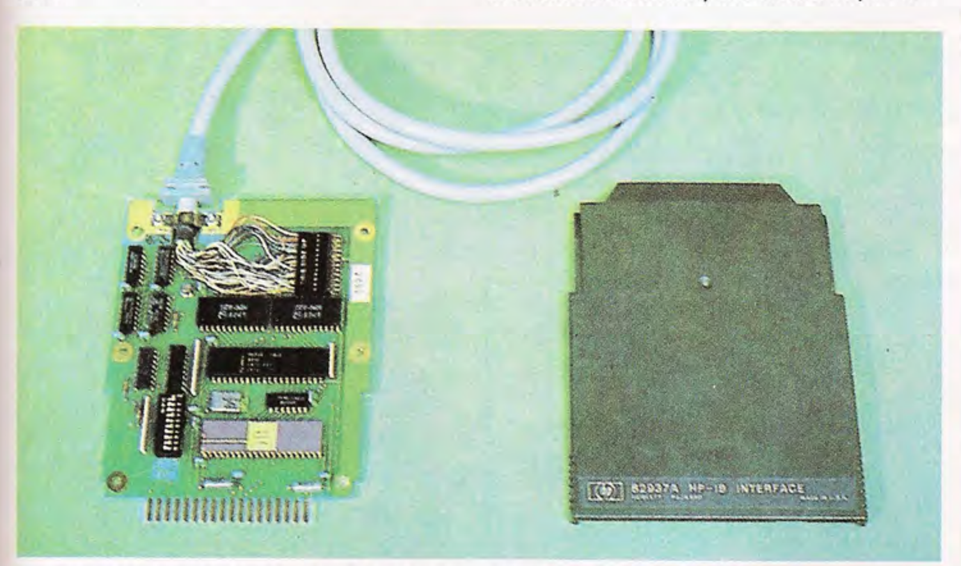
Formatos normalizados de E/S

En los últimos años se ha hecho un considerable esfuerzo para la normalización de los formatos utilizados para establecer la comunicación entre microordenadores y entre éstos y los periféricos de distintos fabricantes. El fruto de ese esfuerzo ha sido la utilización masiva de dos tipos de interface que han logrado imponerse en sus respectivas categorías: el llamado interface RS-232, de tipo serie, y el interface Centronics, de tipo paralelo y básicamente orientado a las transferencias de datos del ordenador hacia un periférico de impresión.

En una acepción general y orientada al aspecto hardware, se denomina interface o acoplamiento mutuo al conjunto de canales y circuitos de control asociados que proporcionan la conexión entre un procesador central y sus unidades periféricas, aunque también suele utilizarse para hacer referencia a las especificaciones de conexión de dos unidades cualesquiera.

Fundamentalmente los interfaces forman parte del hardware, aunque en algunos casos existen rutinas (software) encargadas de realizar algunas labores de comunicación entre sistemas.

La forma de realizar la conexión física entre periférico y el procesador es mediante un conector múltiple provisto de todo el cableado necesario para que las señales de control y los datos fluyan en-



Existen muchos tipos de interfaces para la comunicación entre un ordenador y sus periféricos. El de la figura, desarrollado especialmente por Hewlett-Packard, permite conectar hasta 60 periféricos al modelo HP-86B de la citada firma.

Para saber más

¿Qué diferencia existe entre un periférico y una unidad de entrada/salida?

La unidad de entrada/salida es un «intermediario» entre los periféricos y la CPU.

¿Son incompatibles las unidades que trabajan en paralelo con las que lo hacen en serie?

No, si se utilizan registros de conversión serie/paralelo y viceversa. Estos registros suelen estar ubicados en las unidades de entrada/salida.

¿Cuáles son las dos principales modalidades de transmisión?

La modalidad de transmisión en bytes consiste en transmitir los octetos individualmente. La modalidad de transmisión a ráfagas transmite de forma consecutiva todos los octetos de un registro.

¿Qué tipos de periféricos utilizan cada una de las dos modalidades?

La transmisión en bytes se utiliza en periféricos lentos, mientras que la transmisión a ráfagas es ideal para periféricos rápidos.

¿Cuándo se dice que dos o más procesos están solapados?

Cuando se realizan, de forma simultánea, varias actividades pertenecientes a distintos procesos.

¿Cómo se mide la velocidad de transmisión?

Se puede medir en bits por segundo, aunque la unidad más común es el baudio, que a su vez se define como las unidades de información transmitidas por segundo. En cualquier caso se puede establecer una correspondencia entre baudios y el número de caracteres transmitidos.

tre la unidad de proceso y la unidad periférica. De esta forma, a un procesador estándar se le pueden acoplar unidades periféricas en número y tipo variable, dependiendo del número de canales de que disponga la propia unidad central de proceso. Esto permite partir de configuraciones mínimas y ampliar posteriormente el sistema con alteraciones mínimas del equipo físico.

Interface RS-232

Como ya señalábamos, el RS-232 es el más extendido de los sistemas de interface en serie. Existen otras normas muy parecidas a la RS-232, como la V-24 y la de bucle de corriente de 20 mA que, aunque similares, tienen algunas peculiaridades.

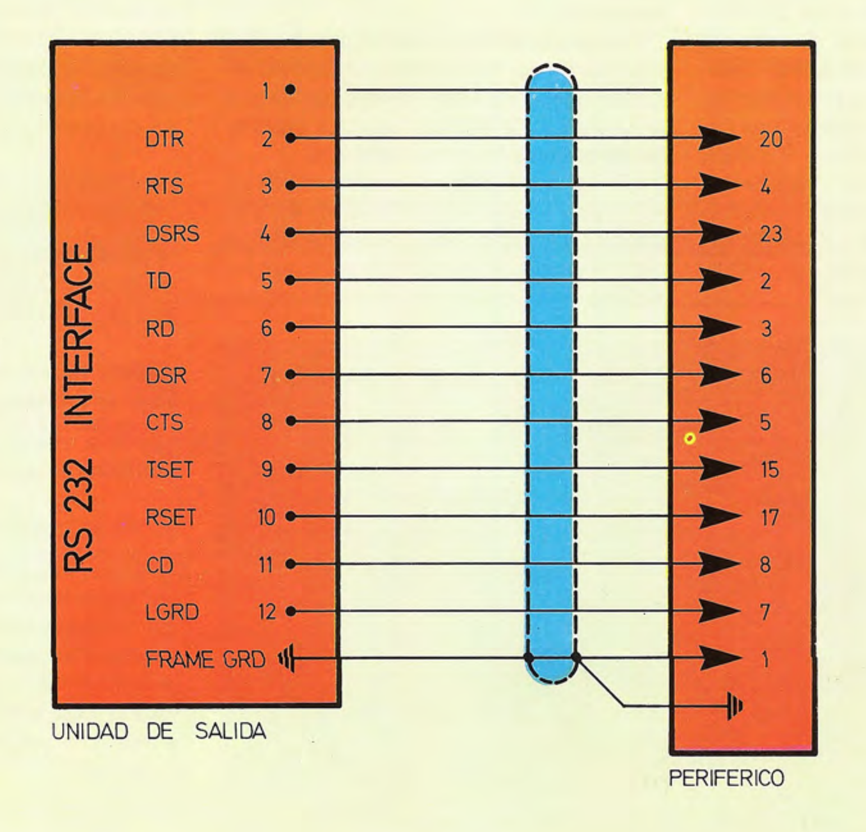
El interface RS-232 opera en formato serie y, por lo tanto, la transmisión se realiza bit a bit por una única línea hasta completar el mensaje deseado. Las posibles utilizaciones del RS-232 son muy variadas y su adopción es muy frecuente en las tomas de comunicación de impresoras, terminales, plotters, modems, enlaces entre sistemas, etc.

La unidad para medir la velocidad de transmisión es el baudio. Se puede establecer, a «groso modo», una correspondencia entre baudios y número de caracteres transmitidos por segundo. Aproximadamente, se puede afirmar que cada diez baudios corresponden a un carácter. Las velocidades de transferencia más usuales en baudios son: 50, 100, 300, 600, 1.200, 2.400, 4.800 y 9.600.

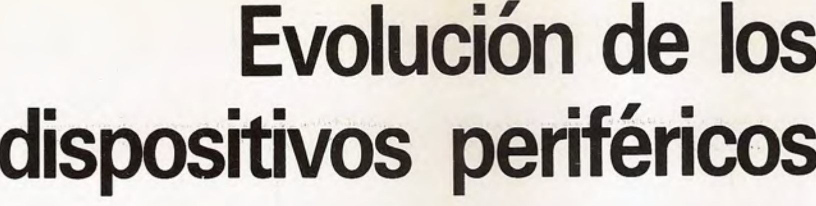
Interface centronics

Esta es la modalidad de interface para comunicaciones en formato paralelo de mayor difusión.

Como ya se ha mencionado, la adopción de interface Centronics está muy generalizada en el terreno de las impresoras para ordenador.

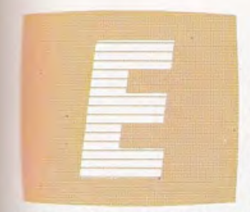


Ejemplo de conexión interface/modem con el sistema RS/232.



Evolución de los dispositivos periféricos

De la tarjeta perforada al tambor magnético



En los albores de la informática, las voluminosas máquinas para el tratamiento de la información se rodeaban de una corte no menos voluminosa de dispositivos auxiliares imprescindibles para su funcionamiento.

Perforadoras, lectoras, verificadoras y clasificadoras de tarjetas perforadas; lectoras/grabadoras de cinta de papel... máquinas cuya función es hoy suplida por simples unidades periféricas, de almacenamiento masivo o de comunicación, integradas en muchos casos en el propio mueble que aloja a los modernos ordenadores.

El papel, constituido en soporte de información casi exclusivo hace muy escasos lustros, ha cedido hoy su lugar a los soportes magnéticos (cintas y discos) e incluso a los soportes de tipo óptico que ya apuntan como alternativa de futuro.

Sea como fuere, la evolución de las máquinas auxiliares es un claro exponente del imparable avance de la informática.

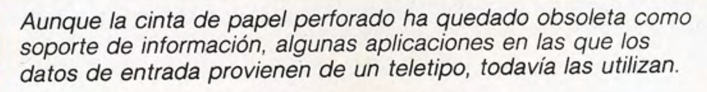
La tarjeta perforada

Sin duda el soporte de información más antiguo utilizado como memoria de masa es la tarjeta perforada. El formato estándar de este soporte es una cartulina rectangular con todas las esquinas redondeadas, excepto la superior izquierda, que habitualmente tiene un corte y permite detectar fácilmente la correcta colocación de la tarjeta.

Cada una de ellas dispone de 80 columnas numeradas del 1 al 80, y de 12 posibles posiciones de perforación en cada columna. Las dos superiores se agrupan en un área denominada de zona, y las diez restantes forman el área numérica.

Cada columna de la tarjeta puede contener un carácter alfanumérico o especial y para ello se utiliza un código que asocia a cada carácter determinadas perforaciones.

Existen varios códigos de este tipo. El



Aunque la cinta de papel perforado ha quedado obsoleta como soporte de información, algunas aplicaciones en las que los datos de entrada provienen de un teletipo, todavía las utilizan.

más extendido es el de Hollerith que asocia a cualquier dígito de 0 a 9 una perforación en cada columna, a cualquier letra dos perforaciones, y a los caracteres especiales tres perforaciones.

Hasta hace diez años, las tarjetas perforadas eran el medio más utilizado para representar el proceso de datos. Su utilización ha decaído vertiginosamente por las siguientes razones:

- La velocidad de lectura de las tarjetas perforadas es lenta y, además, tan sólo permite un tratamiento secundario.
- Los procesos de clasificación se tienen que realizar mediante unas máquinas auxiliares denominadas clasificadoras de tarjetas que no están conectadas al ordenador, lo que implica un proceso manual.
- El soporte de la información, es decir, la propia tarjeta, no es reutilizable.
- El volumen del soporte necesario para el almacenamiento de los datos es muy elevado y, por consiguiente, el coste por unidad de información es muy alto.

Lectora/perforadora de fichas

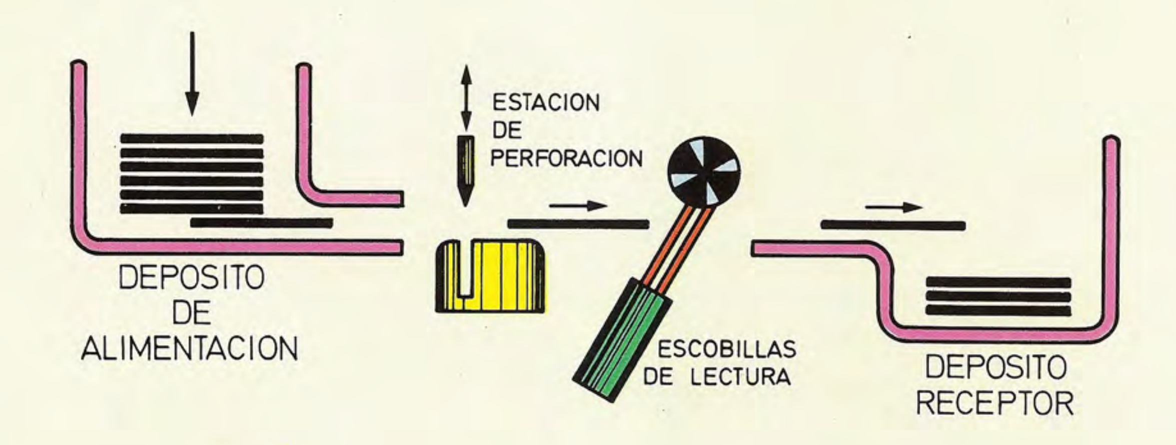
La información contenida en fichas perforadas, tanto programas como datos, se introducía en el ordenador a través de la unidad denominada lectora de fichas. Análogamente, los datos producidos por un programa podían transferirse a fichas perforadas con la ayuda de un periférico llamado perforadora de fichas.

Normalmente estos dos tipos de unidades se integraban en un único periférico: la lectora/perforadora de fichas. El esquema básico de esta unidad está formado por un depósito de alimentación, en el que se depositan las tarjetas perforadas si se va a proceder a su lectura o las tarjetas en blanco si van a ser perforadas, una o dos estaciones de lectura o perforación y un depósito receptor, en el que se almacenarán las tarjetas ya leídas o perforadas.

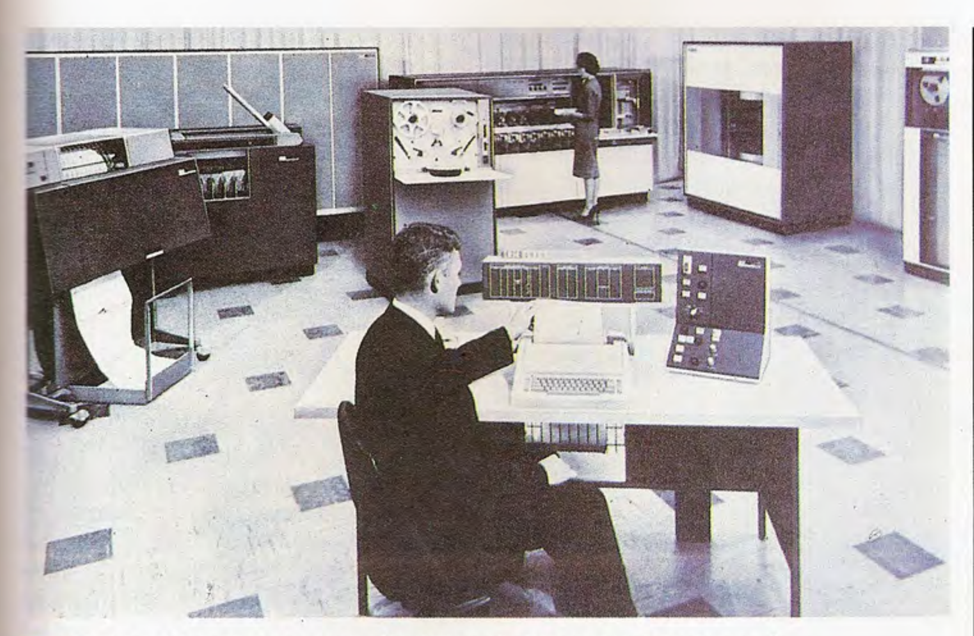
Entre los diferentes tipos de estaciones de lectura destacaremos el de escobillas. En este sistema se dispone de un rodillo con tantas secciones aisladas eléctricamente como pistas tienen la tarjeta. Existen el mismo número de escobillas que de pistas, estableciéndose una corriente eléctrica en el mismo instante en que la tarjeta al moverse coloca una perforación entre escobilla y rodillo.

Otro sistema consiste en sustituir las escobillas y el cilindro por un conjunto de células fotoeléctricas.

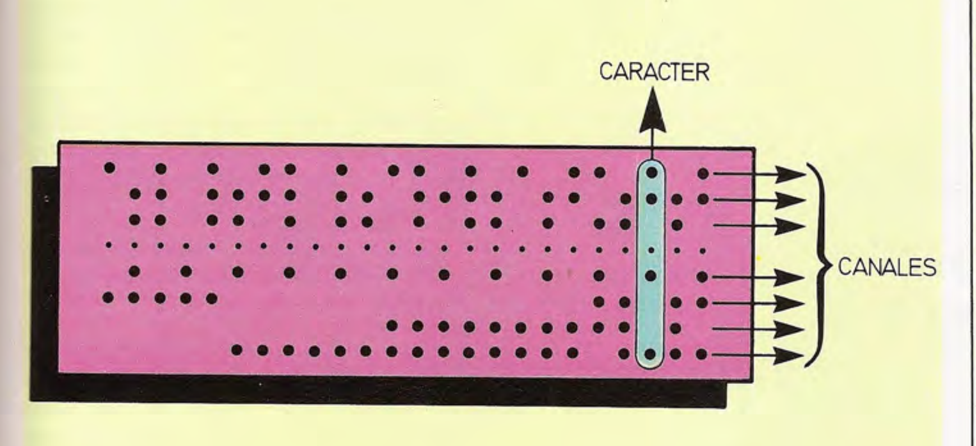
La técnica utilizada para realizar las perforaciones es análoga a la puesta en práctica para la lectura de fichas. Una perforadora dispone de un cajetín en el



En la mayoría de las máquinas auxiliares destinadas a la perforación de tarjetas existen tres partes diferenciadas: el depósito de alimentación, la estación de perforación y el depósito receptor. Cuando la máquina es también capaz de leer las tarjetas se distingue una cuarta parte que son las escobillas de lectura.



En los antiguos centros de cálculo las clasificadoras de tarjetas eran un elemento fundamental. Hoy día los procesos de grabación y clasificación de información se realizan utilizando otro tipo de máquinas auxiliares.



Las cintas de papel perforado constan de un determinado número de canales (siete en la figura), ocupando cada caracter una columna completa y estando codificado de acuerdo a determinadas secuencias de perforación.

Algunos periféricos clásicos

1. Lectora/perforadora de fichas

- Permite realizar operaciones de entrada (lectora) y/o salida (escritura).
- La diferencia entre la opción de perforación de este periférico y la opción de perforación de la máquina auxiliar de perforación estriba en que en el primer caso es el ordenador, a través de algún programa, el que se encarga de realizar las perforaciones, mientras que en el segundo es un operador el que realiza esta labor.
- El soporte sobre el que se realizan las operaciones es la tarjeta perforable.

2. Lectora/perforadora de banda de papel

- Sus características son similares a las del periférico anterior, exceptuando el soporte de la información que en este caso es una banda continua de papel.
- Su utilización sólo es rentable cuando se utiliza simultáneamente con otros procesos no informáticos (télex, etc.).

3. Lectora de caracteres ópticos

- Sólo permite realizar operaciones de entrada de datos al ordenador.
- El soporte de información sobre el que actúa es cualquier tipo de formulario en el que se haya «escrito» la información con un determinado tipo de caracteres.

4. Lectora de caracteres magnéticos

- También este periférico es únicamente utilizable para operaciones de entrada.
- Los caracteres que puede leer deben haber sido generados en el soporte mediante campos magnéticos.

5. Terminales

- Pueden servir tanto para la entrada como para la salida de información.
- Se pueden clasificar en tres grandes grupos:

  - Terminales de operador.
  - Terminales de comunicación.
  - Terminales inteligentes.

6. Impresora

- Evidentemente, tan sólo sirve para operaciones de salida.
- El soporte sobre el que trabajan es el papel continuo u hoja de diversos formatos.

que se cargan las tarjetas sin perforar. Mediante una tecla se pueden desplazar las fichas una a una a la estación de perforación, donde cada columna se perforará con el código que representa al carácter que es pulsado en el teclado por el operador.

Una vez perforadas todas las columnas necesarias, mediante otra tecla se puede desplazar la tarjeta a un cajetín de salida, en el que se depositan

En ciertos casos la operación de perforar tarjetas era el resultado de algún proceso mecanizado. Para ese cometido existían otros periféricos capaces de producir las tarjetas perforadas directamente como salida del ordenador.

Verificadoras y clasificadoras

El operador encargado de realizar la perforación de las tarjetas puede cometer errores en la transcripción de los datos. Para subsanarlo se crearon un tipo de unidades auxiliares para verificar las tarjetas perforadas: las denominadas verificadoras.

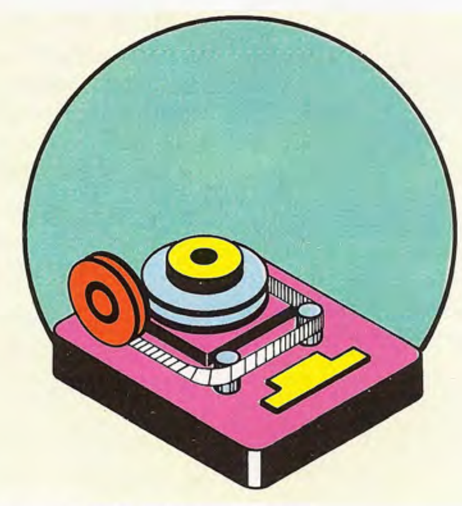
El aspecto físico de una verificadora es el mismo que el de una perforadora: cajetín de fichas sin perforar, estación de perforación, cajetín de fichas perforadas y teclado. La única direrencia estriba en que en el cajetín de fichas sin perforar no se colocan fichas en blanco sino fichas previamente perforadas. Ahora, en lugar de producir la perforación acorde con la tecla pulsada, la máquina comprueba si la perforación ya existente concuerda con la pulsación. En caso afirmativo permite que el operador continúe con la siguiente columna, pero en caso negativo se bloquea; de esta forma el operador puede proceder a su identificación para modificarla posteriormente.

Dada la similitud entre perforadoras y verificadoras, la mayoría de las unidades de este tipo acostumbraban a realizar las dos tareas.

La mayoría de las unidades auxiliares para el tratamiento de tarjetas perforables podían ser programadas en un sentido mínimo: definiendo tabulaciones para que la tarjeta se desplazara más rápidamente, obligando a que determinados campos numéricos o alfanuméricos, e incluso, cuando todas las tarjetas (fichas) a perforar tenían un campo común, operando automáticamente la perforación de dichos campos.

Otra mitad auxiliar actualmente en desuso es la clasificadora de tarjetas perforadas.

Este tipo de unidades disponen de un único cajetín de entrada y varios de salida. El operador puede realizar ciertas manipulaciones, de forma que las tarjetas colocadas en el cajetín de entrada se depositen en el cajetín correspondiente al contenido de alguno de sus campos. Una vez finalizada la preparación del tipo de clasificación a efectuar, la máquina automáticamente coloca las tarjetas en los cajetines de salida apropiados. Por último, el operador procede a recoger las tarjetas de los cajetines de salida en un cierto orden, con lo que el bloque inicial de tarjetas queda clasificado.



Cuando se desea que el ordenador entregue la información sobre cinta de papel es preciso utilizar unidades de perforación como la de la figura. Su funcionamiento se basa en la perforación de cinta de papel mediante una batería de punzones.



Una simple máquina registradora puede ser también una unidad auxiliar de un sistema informático. Alguna de estas cajas registradoras producen tiras de papel en las que se graban con caracteres ópticos las operaciones registradas.

La cinta de papel perforada

En telegrafía, y antes de que aparecieran los sistemas de transmisión de datos basados en ordenadores, se utilizaba un soporte de información llamado banda perforada. Más tarde esas bandas, o cintas de papel, pudieron ser interpretadas por ciertas unidades periféricas del ordenador.

La información se graba perforando la cinta de acuerdo a una codificación establecida. Aunque la anchura de la cinta puede ser variable, cabe hablar de algunos tamaños estándar:

- 11/16 de pulgada.
- 7/8 de pulgada.
- 1 pulgada.

Las características funcionales de este tipo de soportes son muy parecidas a



Los códigos de barras constituyen una potente técnica para el almacenamiento masivo y barato de la información.

CARRETE
MAZA DE PROPULSION
RODILLO TENSOR
CABEZA LECTORA
ROLLETES
BRAZO TENSOR
GUIAS DE CINTA
RODILLOS GUIA
TECLA REEL POWER
BRAZO TENSOR FIJO

En general todos los periféricos que tratan soportes de información en forma de cinta disponen de dos carretes. En uno se coloca la cinta de origen y en el otro se recoge la cinta después de ser procesada. En la figura se puede ver una representación gráfica de una lectora de cinta de papel.

Unidades auxiliares de entrada de datos

Al margen de las unidades periféricas asociadas normalmente a un sistema informático, existen ciertas unidades auxiliares capaces de registrar información en un suporte que, posteriormente, puede ser tratado por el ordenador.
A continuación se detallan algunos de estos dispositivos auxiliares y soportes elaborados por otras máquinas distintas del ordenador, aunque emparentados con éste por la posibilidad de poner la información registrada a su alcance.

- *Cinta de caracteres ópticos*

Algunas cajas registradoras de las que se utilizan en los comercios producen una cinta con información de las ventas producidas. El material de la cinta es simple papel y la máquina se limita a escribir caracteres que posteriormente podrán ser tratados en el ordenador.

- *Cinta perforada*

Muchas unidades télex pueden reproducir los mensajes de dos formas, bien escribiendo sobre un papel o bien perforando una cinta continua de papel. En este último caso la información será tratable por un ordenador que disponga de una unidad de entrada para cinta perforada.

- *Caracteres magnéticos*

Las imprentas que fabrican los talonarios de la mayoría de los bancos, imprimen en la parte inferior derecha unos caracteres magnéticos que también pueden ser tratados por un ordenador. Para ello vale con disponer de la correspondiente máquina auxiliar para la lectura de caracteres magnéticos.

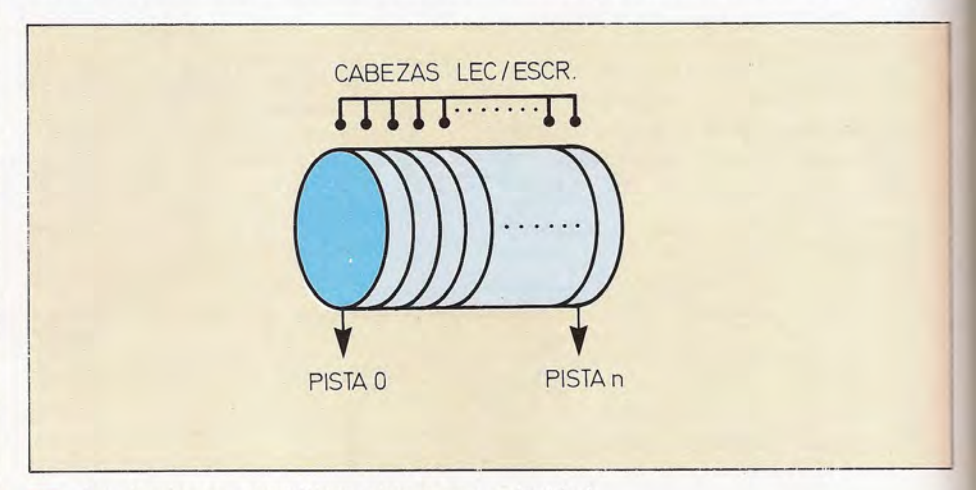
las de las tarjetas perforadas (de hecho, una banda es equivalente a muchas tarjetas «pegadas» una detrás de la otra). Una de las desventajas de la cinta de papel estriba en su manejo manual, bastante engorroso. Precisamente por esto, las cintas se desecharon antes que las tarjetas y, en la actualidad, apenas se utilizan.

Lectora/perforadora de banda de papel

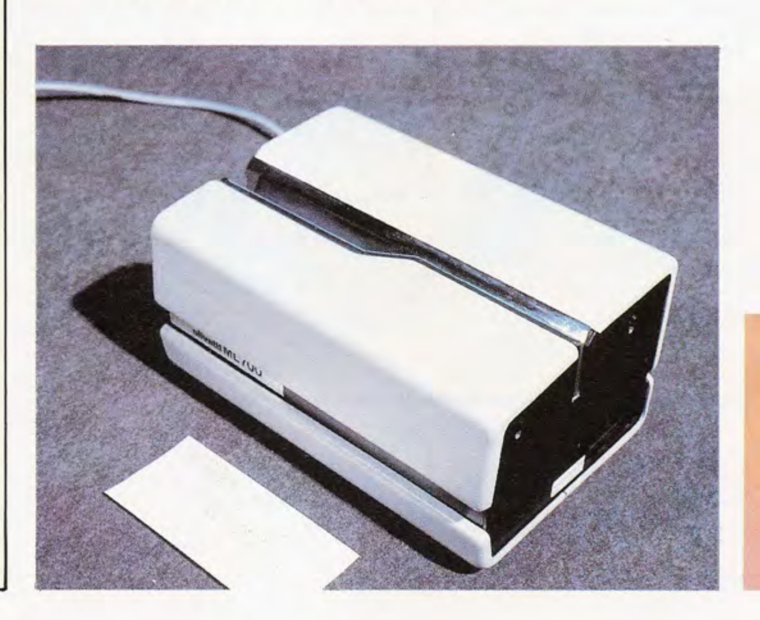
La información contenida en una banda de papel, tanto si se ha obtenido como subproducto de otro proceso, como si se perforó exclusivamente para su utilización informática, puede ser transferida al ordenador mediante una unidad de comunicación denominada lectora de banda (o cinta) de papel.

El elemento esencial de este periférico es la estación de lectura, constituida por una batería de células fotoeléctricas (tantas células como canales), que permiten la generación de un impulso cuando existe perforación en el canal.

Al igual que en el caso de la lectora perforadora de fichas, los periféricos que se encargan de la entrada de información procedente de bandas de papel,



Los tambores magnéticos giran a una velocidad constante. Están divididos en pistas paralelas, cada una de las cuales lleva asociada una cabeza de lectura y escritura.



Las lectoras de fichas perforadas están en desuso. Las memorias de masa más utilizadas en la actualidad son de tipo magnético.

suelen también realizar la operación de salida sobre el mismo soporte. En tal caso la estación peforadora es una batería de punzones alojados en una matriz que sirve de guía. La velocidad de grabación es bastante baja, aproximadamente la mitad que la velocidad de perforación de tarjetas.

El tambor magnético

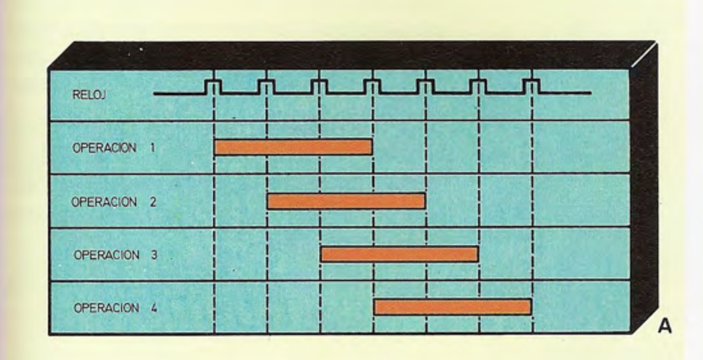
Este tipo de dispositivo fue el primero que surgió con características típicas de las memorias de masa actuales. Puede ser de acceso directo o de acceso secuencial.

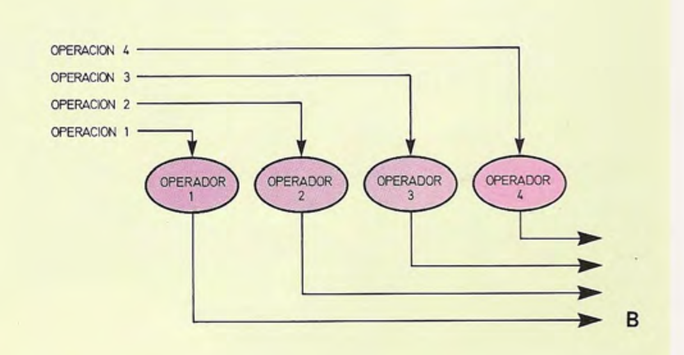
La información se graba en pistas (cada pista está constituida por un círculo concéntrico alrededor del eje del tambor). Dispone de una cabeza de lectura/escritura por pista, de forma que el tambor nunca deba dar más de una vuelta para acceder a un determinado dato.

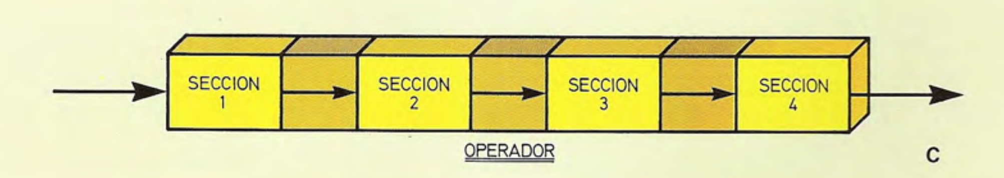
Los datos se leen o se graban directamente en la superficie del tambor por medio de las cabezas de lectura/escritura.

El tambor está continuamente girando a una velocidad constante. Algunos alcanzan velocidades de 20.000 revoluciones por minuto. Esta cifra da idea de la relativa rapidez de acceso a la información. Debido a esta elevada velocidad, y a la gran cantidad de datos que pueden llegar a almacenar este tipo de memorias, se utilizan para archivos de gran tamaño.

El principal inconveniente de los tambores magnéticos radica en su dificultad de intercambio: el soporte de información y la unidad periférica en la que éste se encuentra forman «un todo». Por esta razón su uso ha decaído y resultan rentables únicamente para almacenar archivos permanentes de gran volumen.







En las figuras adjuntas se reproducen: A) el diagrama de tiempos en una unidad PIPE-LINE. B) Un operador paralelo PIPE-LINE. C) Un operador PIPE-LINE en secciones.

Los archivos de datos se dividen en segmentos a cada uno de los cuales se accede de manera individual. Cada segmento tiene siempre un tamaño menor o igual que el de una pista completa. Precisamente en esta característica se basa la facilidad de utlización de los tambores magnéticos como memoria auxiliar de acceso directo.

Dado que un tambor magnético puede contener más de un fichero, disponen siempre de directorios en los que almacenan los nombres de los ficheros contenidos, la pista de comienzo, el espacio ocupado y otras características generales. De esta forma, cuando un programa solicita la «apertura» de un determinado fichero, el directorio proporciona rápidamente la posición en que se encuentra éste.



En la actualidad, los soportes masivos dominantes en los centros de cálculo son las cintas magnéticas.

Evolución de las memorias de masa

Casi ningún centro de cálculo moderno dispone ya de unidades para el tratamiento de cinta perforada, ni de tambores magnéticos. Alguno cuenta, sin embargo, con lectoras y perforadoras de tarjetas. La permanencia de estos últimos periféricos no supone que las tarjetas perforadas sean un soporte óptimo para el almacenamiento de información, sino que la utilización de muchas aplicaciones antiguas ha obligado a los centros de cálculo al mantenimiento de este tipo de soportes.

Arquitectura pipe-line

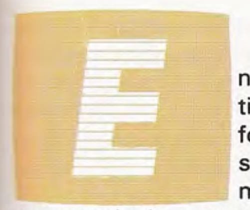
Se dice que una unidad es del tipo *pipe-line* cuando es capaz de aceptar una nueva operación cada λ nanosegundos, aunque necesite n $\cdot\lambda$ nanosegundos para realizar la ejecución completa de una operación. Básicamente existen dos formas de realizar un operador capaz de satisfacer los requisitos anteriores:

– Mediante varios operadores iguales trabajando en paralelo se puede conseguir un operador pipe-line. La limitación estriba en que no podrá ejecutar simultáneamente un número de operaciones superior al número de operadores de que disponga. Así, si suponemos que sólo dispone de tres operadores en paralelo, al llegar la señal λ_1 del reloj, la operación 1 comienza a ejecutarse en el operador 1; con la señal λ_2 la operación 2 comienza en el operador 2... y con la señal λ_4 se recupera el resultado de la operación 1 en la salida del operador 1, el cual queda libre para comenzar con la operación 4. Y así sucesivamente. Precisamente por la limitación en el número de operadores, a esta estructura se la llama seudopipe-line.

– La segunda opción consiste en utilizar un único operador, dividido en varias secciones, cada una de las cuales corresponde a una etapa de la operación a ejecutar. Entre cada par de secciones se coloca un conjunto de registros capaces de memorizar los resultados que sean necesarios para la sección siguiente. El tiempo de transición de una sección será igual al transcurrido entre dos señales del reloj.
En este caso las operaciones se «empujan» unas a otras, de sección en sección, del mismo modo en el que corre un fluido por una tubería (pipe-line); precisamente de ahí le viene el nombre a este operador.

Los modernos soportes de información

Superficies magnéticas y memorias ópticas



En los primeros tiempos de la informática se consideraba memoria masiva a prácticamente cualquier soporte capaz de registrar información con persistencia (incluso medios perforables). Más adelante se exigieron otras características, referidas básicamente al volumen y a la posibilidad de acceso a la información; estas propiedades sólo las cumplían ciertos tipos de soportes magnéticos como los tambores, cintas y discos.

Actualmente, se están realizando investigaciones para llegar a nuevas memorias de masa que resulten más productivas que las actuales. En algunos casos el estado de las investigaciones está produciendo resultados importantes que permiten predecir cómo serán las memorias de masa del futuro, teniendo en cuenta que el futuro en esta disciplina es dentro de cinco o seis años, poco más.

Cintas magnéticas

Junto con los discos, las cintas magnéticas constituyen el soporte de información por excelencia de la informática actual.

Aunque suelen ser gestionadas por unidades directamente asociadas al ordenador que explota su información, hay ocasiones en las que las cintas magnéticas se graban y reproducen de forma autónoma mediante equipos auxiliares.

La capacidad de almacenamiento de una cinta magnética se mide por dos variables:

- Longitud física de la cinta, que suele venir expresada en pies.
- Densidad de grabación, que representa la cantidad de caracteres que se pueden almacenar en una unidad de longitud. Las más usuales son: 800, 1.600 y 3.200 b.p.i. (bits por pulgada).

La capacidad de la cinta magnética es tanto mayor cuanto más larga sea físicamente, y cuanto más alta sea la densidad de grabación.

El funcionamiento general de una cinta magnética es muy similar al de una banda de papel perforado; al igual que las cintas de papel, existen cintas magnéticas de distinto número de canales longitudinales (en este caso se denominan pistas).

Las cintas magnéticas más empleadas

Las cintas magnéticas constituyen uno de los soportes más extendidos para el almacenamiento secuencial de información.

tienen 9 pistas, aunque son relativamente frecuentes las de 7. Los caracteres se representan mediante una combinación de imantaciones en todas las pistas de una zona perpendicular al eje denominada «frame». Por supuesto, las configuraciones de imantaciones para cada carácter están en función del código utilizado, tanto en el caso de cintas de 9 pistas, como en el caso de cintas de 7 pistas. Los códigos más frecuentemente utilizados son el ASCII y el EBCDIC.

También es importante destacar que el acceso a una información en una cinta magnética es estrictamente secuencial, es decir: para llegar a grabar o reproducir un carácter en una posición concreta es necesario avanzar o retroceder la cinta desde el lugar en que se encuentre hasta la posición deseada.

Tipos de cintas magnéticas

Atendiendo a su presentación externa, se pueden distinguir tres tipos de cintas magnéticas.

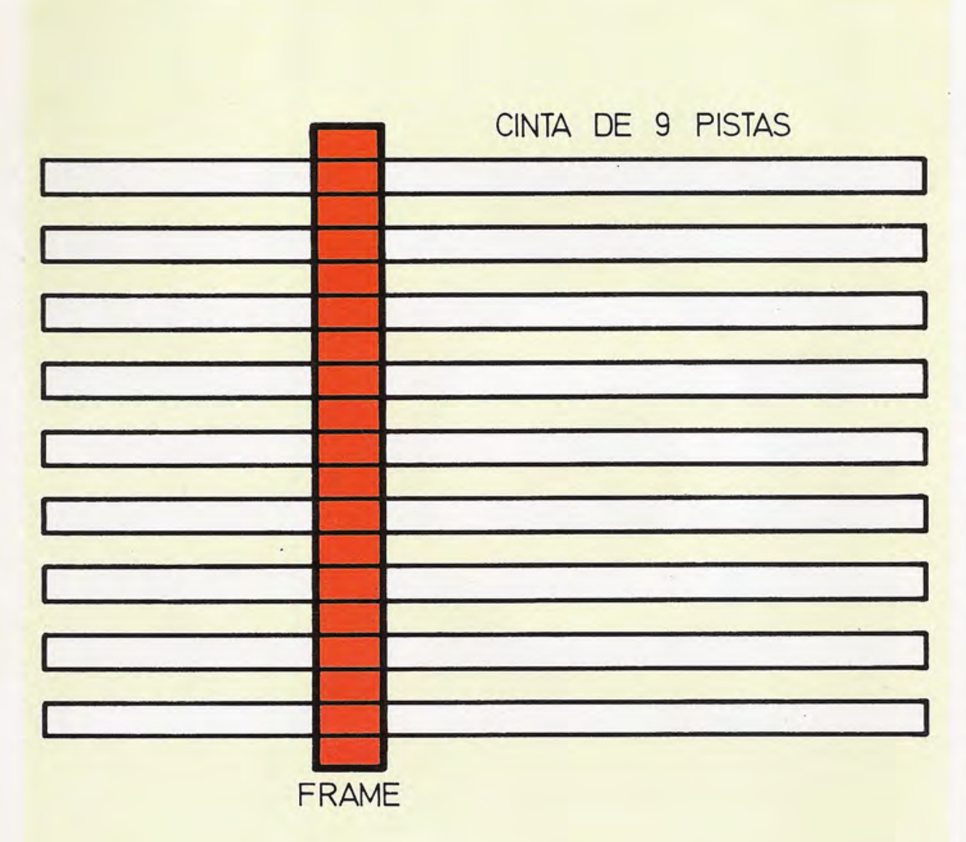
- *Cinta magnética para minis y grandes equipos*

Se presenta en cartuchos de tamaños mediano y grande. Se emplea principalmente para el almacenamiento de archivos de datos de los que no se requiere una localización rápida, o para obtener copias de seguridad (back-ups) de ficheros maestros de acceso directo grabados en discos magnéticos. Su empleo se reserva a ordenadores y miniordenadores.

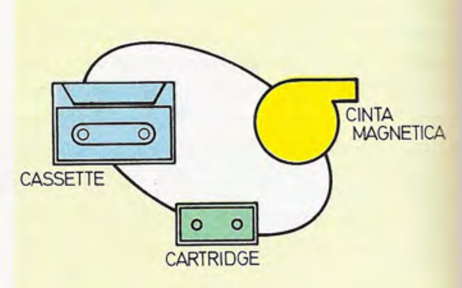
- *Casete*

Constituyen el soporte magnético más económico, aunque lento y limitado en capacidad.

Se utilizan exclusivamente en los ordenadores domésticos y coinciden con los casetes de audio convencionales.



Recibe el nombre de «frame» una línea vertical que contiene una codificación. Para realizar una lectura o grabación es preciso situar la cinta de forma que la «frame» deseada coincida con el cabezal o dispositivo de lectura/escritura de la unidad.



Existen distintos soportes magnéticos que reúnen las características generales propias de la cinta magnética: las casetes, los cartuchos (cartridge) y las cintas en bobina.



Debido a sus notables características las unidades de cinta magnética de tipo «streamer» están logrando una gran penetración en el campo de los minis y microordenadores.

Aunque algunos modelos de ordenadores domésticos exigen un tipo especial de unidad de casete, lo habitual es que su grabación y lectura la realice un magnetófono de audio de tipo común.

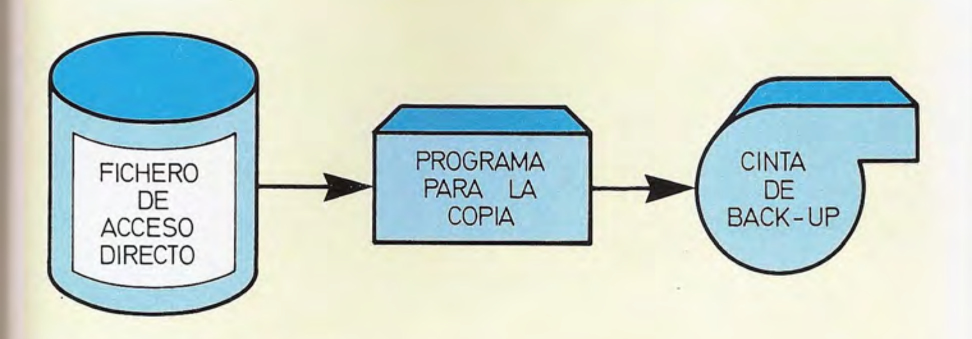
- *Cartucho de cinta «streamer»*

Estos soportes secuenciales se utilizan profusamente con miniordenadores y ordenadores personales/profesionales para la obtención de copias de seguridad de la información almacenada en discos rígidos. Su velocidad, capacidad y fiabilidad es netamente superior a la de los casetes.

Discos magnéticos

Los discos magnéticos forman una clase especial de soportes de información; su gestión no se realiza desde unidades auxiliares, sino que es el propio ordenador quien controla los datos almacenados en ellos.

El aspecto físico de los discos magnéticos para grandes equipos es semejante al de los discos de audio de larga duración. Cada una de las dos superficies de grabación suele estar cubierta por una lámina de níquel-cobalto que proporciona larga vida y alta densidad de grabación al medio magnético.



Además de para el almacenamiento secuencial de información, las cintas magnéticas suelen utilizarse para la obtención de copias de seguridad de soportes de archivo de acceso directo.



Sistema de control para discos magnéticos tipo diskpack.



Los discos rígidos forman parte de los soportes magnéticos de información más difundidos y utilizados. En la foto aparece una unidad de disco rígido de tecnología Winchester.

Para saber más

- **Características funcionales de las cintas magnéticas**

- Velocidad de lectura: hasta 700.000 caracteres por segundo. La velocidad en sí misma es suficientemente elevada, pero el acceso secuencial a la información supone un tiempo de lectura y escritura netamente superior.
- Posibilidad de lectura directa: No. Resulta imposible leer la información almacenada sin utilizar una unidad de cinta y un programa de escritura de su contenido.
- Posibilidad de reutilización: Sí. La misma cinta magnética puede ser utilizada para almacenar una nueva información sin más que escribir «encima» de la información anteriormente grabada.
- Volumen: El tamaño del soporte es muy pequeño comparado con la capacidad de información ofrecida.
- Coste por unidad de información: Muy bajo.

- **Características funcionales de los discos magnéticos**

- Velocidad de lectura: Muy superior a la de la cinta magnética. La principal ventaja de este tipo de soportes es la posibilidad de acceso directo a la información.
- Posibilidad de lectura directa: No.
- Posibilidad de reutilización: Sí.
- Volumen: Superior en valor absoluto al de la cinta magnética, pero menor si se tiene en cuenta la cantidad de información que puede llegar a almacenar.
- Coste por unidad de información: Elevado, tanto del disco magnético, como de la unidad necesaria para su tratamiento.

La información se graba en pistas concéntricas y el acceso a la misma es de tipo directo o aleatorio (no secuencial).

Como quiera que varios archivos, con informaciones distintas, pueden estar almacenados en un mismo disco, se crea siempre un directorio con los archivos residentes en el disco. En el directorio figuran datos tales como el nombre de los archivos, la posición del disco en la que se encuentra cada uno, la fecha en que fueron creados o actualizados por última vez, las características de la información que contienen, etc.

Cuando un programa requiere la intervención de un archivo concreto, se realiza primero una búsqueda en el directorio y tras ello se accede directamente a la posición del disco en la que se encuentra el archivo buscado.

Tipos de discos magnéticos

Cabe distinguir varios tipos de discos magnéticos; los principales son los que se relacionan a continuación:

- *Disco magnético elemental*

Este tipo se compone de un soporte como el descrito anteriormente, protegido mediante una carcasa que lo recubre. Su presencia es exclusiva junto a miniordenadores evolucionados y grandes ordenadores.

- *Discpack*

Es un dispositivo de acceso directo que dispone de varios discos circulares, revestidos por ambas superficies con una capa de material magnetizable. Cada superficie tiene un determinado número de pistas. La lectura o escritura se realiza mediante unas cabezas situadas entre cada par de discos.



Unidad central del ordenador personal Toshiba 1500 dotada de dos unidades para disco flexible de 5 y 1/4" y 360 Kbytes de capacidad por disco.

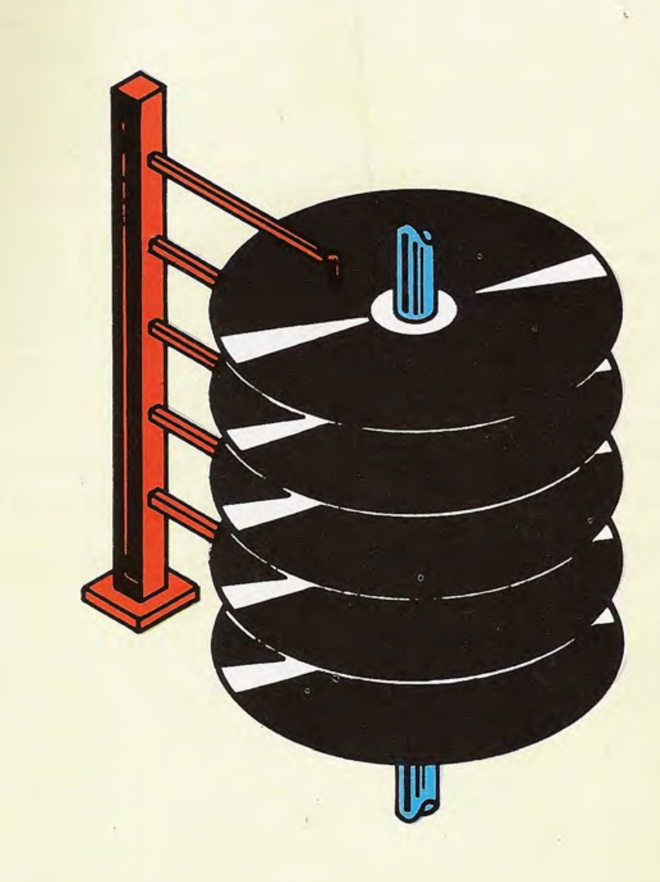
Se utiliza principalmente con ordenadores y miniordenadores.

- *Disquete*

Los discos flexibles son los soportes de memoria masiva más extendidos en el mundo de los micro y miniordenadores. Los tamaños estándar son actualmente 5 y 1/4 pulgadas y 3,5 pulgadas (diámetro del disco); si bien, también los hay de 8'' y 3''. Sus características de acceso directo, relativa velocidad de lectura y escritura, economía y capacidad, son motivos que han potenciado su gran difusión.

- *Disco rígido*

Las necesidades de almacenar grandes volúmenes de información en un espacio mínimo, con una relativa economía y alta velocidad de acceso a la información, han venido a resolverlas, en el terreno de los mini y microordenadores, los discos rígidos de tecnología Winchester. Estos soportes, no extraíbles de la unidad que los gestiona, proveen capacidades entre los 10 y 100 Mbytes en un espacio no superior al ocupado por una unidad de disco flexible.

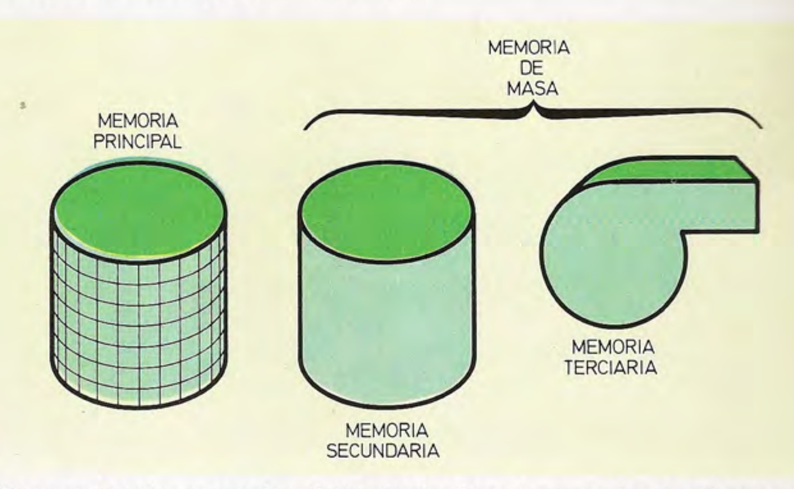


Los discos magnéticos para grandes equipos suelen agruparse en conjuntos denominados «diskpack». Las operaciones de lectura y escritura se efectúan por medio de las adecuadas cabezas que se introducen en el espacio entre discos.

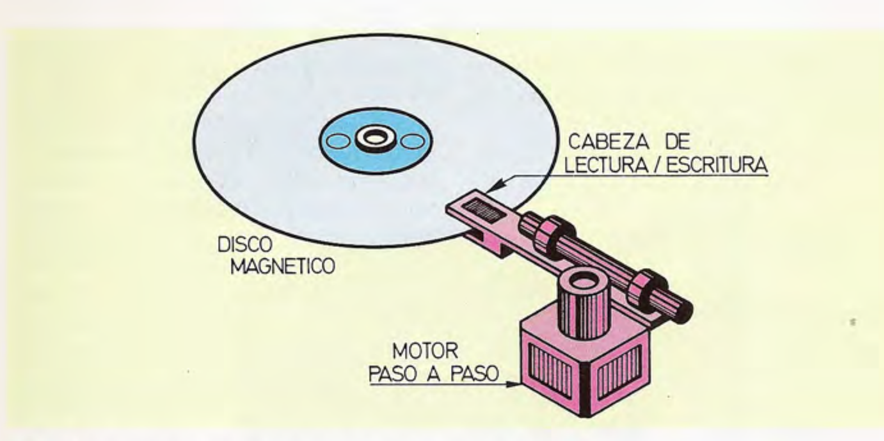
El futuro de las cintas magnéticas

Es de suponer que este tipo de soportes de memoria tendrá una evolución relativamente pequeña en los próximos años. Si comparamos las cintas magnéticas que se utilizan en la actualidad con las que se utilizaban hace diez o doce años, veremos que no existen diferencias fundamentales, y cabe imaginar que ese estacionamiento continuará.

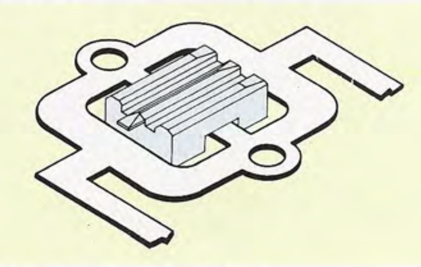
Aunque la «filosofía» de las cintas no sufrirá modificaciones apreciables, sí son de esperar mejores técnicas, tanto en la propia cinta como en los periféricos utilizados para procesarlas; seguramente disminuirá el tamaño físico de la cinta y aumentará la capacidad de almacenamiento. También se reducirá el número de operaciones manuales necesarias para su tratamiento, con lo que se facilitará el trabajo de los operadores de los centros de cálculo.



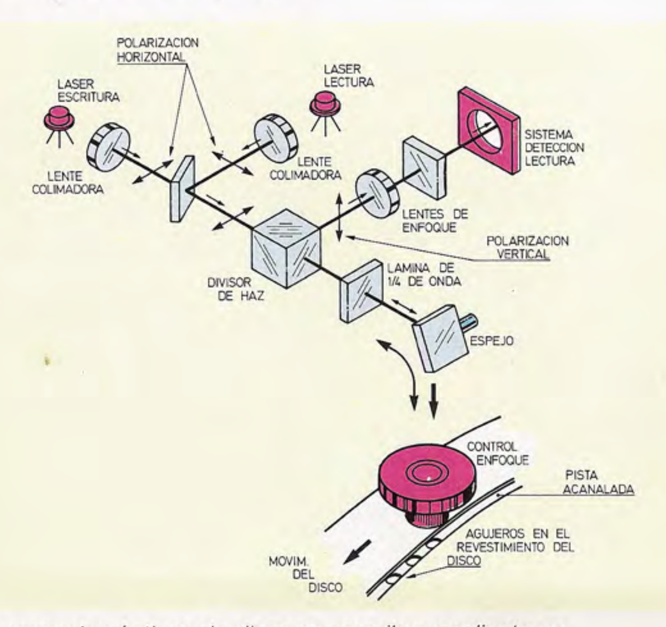
En un ordenador se pueden distinguir dos tipos de memorias: la principal, ubicada en la CPU, y la de masa que se utiliza para el almacenamiento masivo de datos. Esta última se puede subdividir en memoria secundaria y terciaria, según las características del soporte utilizado.



En el caso de las unidades de disco magnético, un motor sitúa la cabeza de lectura/escritura sobre las pistas del disco, el cual está sometido a una velocidad de rotación elevada.



Cabeza Winchester introducida por IBM en 1973. Este dispositivo se ha generalizado tanto que ha dado su nombre a toda una familia de discos magnéticos.



En las memorias ópticas de disco se «escribe» mediante un láser, el cual crea agujeros quemando el revestimiento de un disco en rotación. La lectura se realiza con un láser de menor intensidad.

Las memorias ópticas

Las técnicas de almacenamiento de información en memorias de masa de naturaleza magnética han avanzado espectacularmente en los últimos años. En el futuro este avance se verá multiplicado al surgir las denominadas memorias ópticas. Estas memorias se basan en la utilización de un láser, tanto para almacenar como para recuperar la información.

Los sistemas ópticos se asemejan en muchos aspectos a los magnéticos. En ambos casos se utilizan discos y se emplea una cabeza para «escribir» o «leer» en la superficie de almacenamiento. Si bien, en el caso de los discos magnéticos, la cabeza es un mecanismo electromagnético similar al cabezal de un plato para discos musicales, mientras que en los discos ópticos es un láser con su óptica asociada.

También, en ambos casos, es necesario utilizar mecanismos que sitúen la cabeza en la posición del disco donde se desea realizar la operación.

Es probable que los sistemas de ordenadores futuros contengan simultáneamente memorias de discos magnéticos y memorias de disco óptico.

A pesar de los muchos avances realizados, es inevitable en las memorias magnéticas que la energía que servirá para la lectura esté contenida en el propio medio; es decir, la intensidad de la señal de lectura depende de la intensidad de la magnetización en el disco. En cambio, en las memorias ópticas, el mismo haz de la radiación proporciona toda la energía, actuando los datos almacenados tan sólo como «puertas» para el haz. Con esta característica aumenta la fiabilidad del medio, ya que la probabilidad de que el disco se estropee físicamente disminuye en gran medida.

Funcionamiento de las memorias ópticas

La forma más simple de funcionamiento de una memoria a la que se accede mediante un haz de rayos, es realizando pequeños agujeritos en el revestimiento del disco por efecto de la quemadura producida por el láser. Este es el méto-

do utilizado habitualmente para escribir información en los discos ópticos.

El sistema empleado para leer la información previamente escrita se fundamenta en que el revestimiento del disco consiste en una lámina metálica sobre un sustrato transparente; al utilizar un láser de menor potencia, cada agujero transmitirá luz que servirá para la lectura de los datos.

Para un láser cuya energía quede en la región del rojo del espectro electromagnético, se puede conseguir que el diámetro de los agujeros sea aproximadamente de una micra. Por lo tanto, en un disco de 35 centímetros de diámetro se pueden producir casi diez mil millones de agujeros.

Esta técnica de funcionamiento asegura además que la información grabada en un disco óptico sea prácticamente imborrable.

Esta última característica puede ser positiva o negativa según el tipo de aplicación para la que se utilicen los discos ópticos. Por un lado, garantiza que la información no se borrará accidentalmente, pero por otro imposibilita la reutilización del disco para contener otra información distinta a la grabada inicialmente.

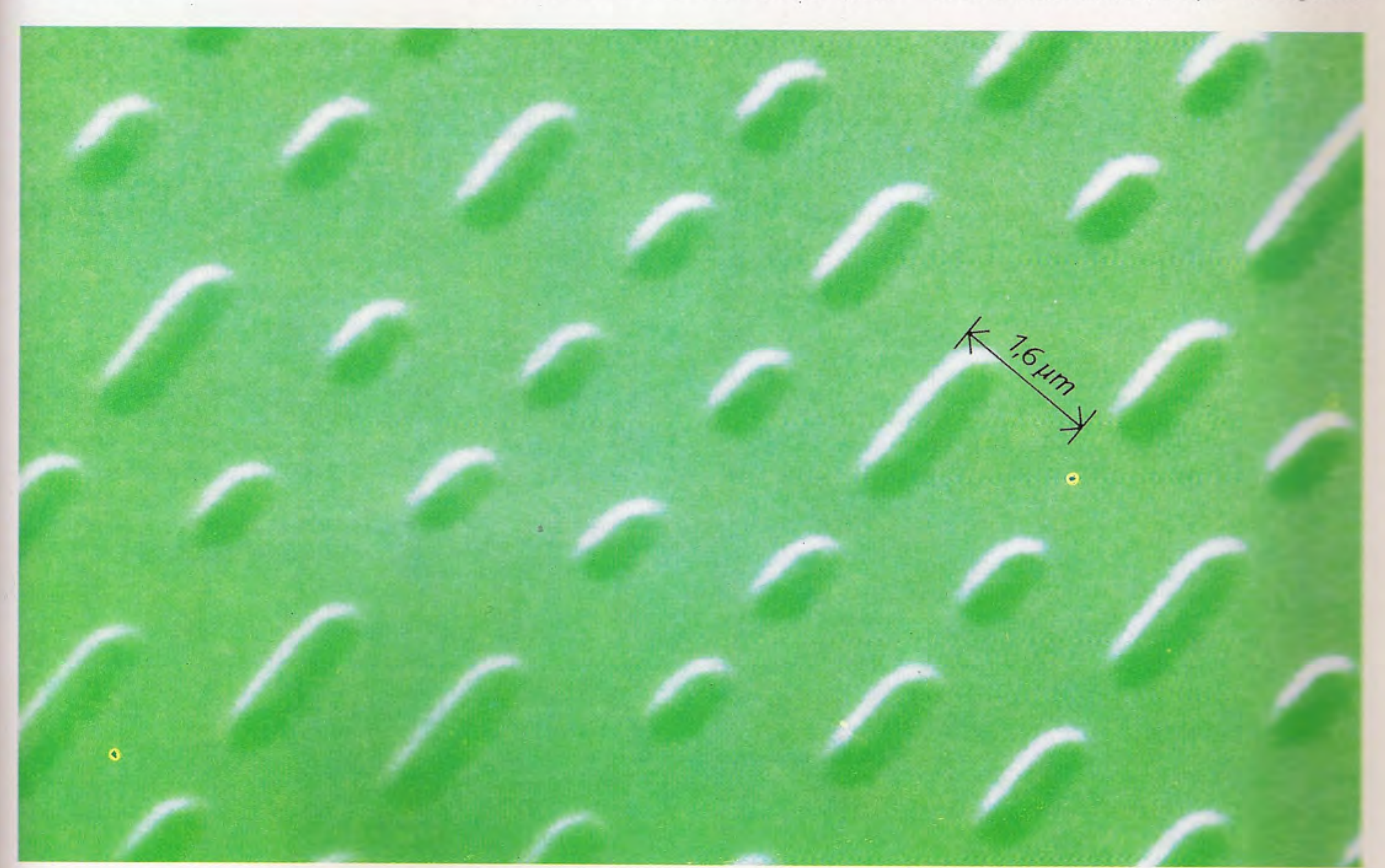
Hoy día el problema está resuelto y los primeros discos ópticos de lectura/escritura están ya en el mercado, dispuestos a operar incluso asociados a ordenadores personales compatibles con la línea IBM-PC.

Otros componentes ópticos en el ordenador del futuro

En el laboratorio de la Universidad de Meriatwatt se desarrollaron hace ya algunos años experimentos dirigidos al diseño de un computador óptico cuyo elemento fundamental debía ser el transistor óptico. Aún quedan muchas dificultades por vencer antes de que funcione un ordenador óptico, pero ya se han puesto de manifiesto muchos de los elementos necesarios para fabricar un circuito óptico integrado.

El sistema algebraico binario utilizado por los ordenadores obliga a que el componente fundamental sea un interruptor con dos salidas fácilmente diferenciables: una para el cero y otra para el uno. A dicho interruptor se le exige que sea rápido en la conmutación de un estado a otro, que sea pequeño, de fácil fabricación y que requiera la mínima potencia.

El primer conmutador electrónico fue el tubo de vacío; su funcionamiento generaba mucho calor, lo que haría que su



Microfotografía electrónica que muestra los agujeros realizados por un láser sobre una delicada película de metal. La distancia entre los agujeros es de 1,6 µm.

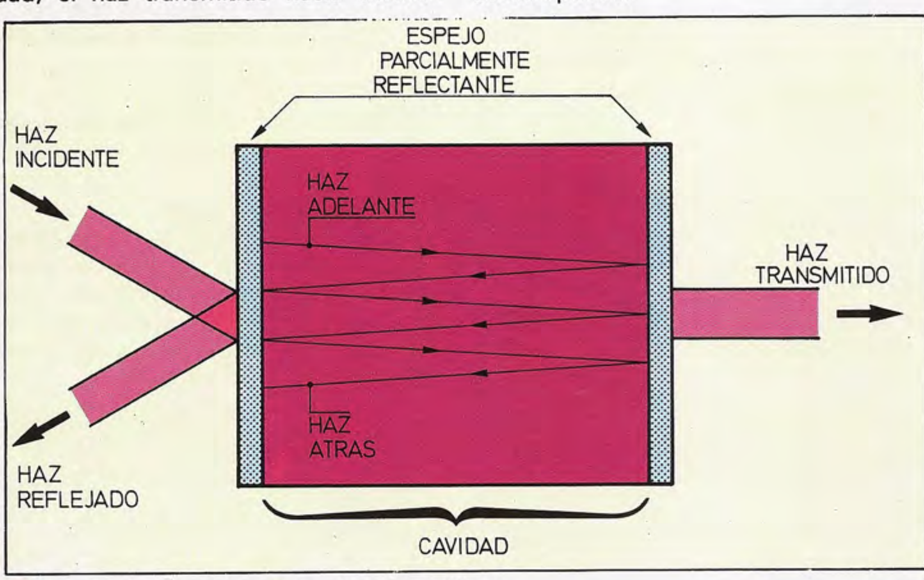
vida fuera reducida. En 1947 surgió el transistor que era más rápido y eficaz, y estaba formado por tres placas paralelas de material semiconductor.

La idea de la construcción de un «transistor» óptico está basada en el interferómetro de Fabry-Perot.

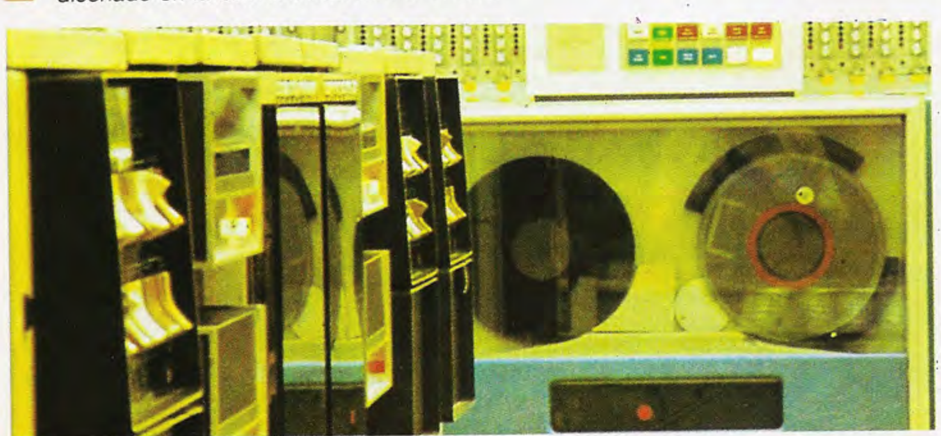
El dispositivo consta de dos espejos planos colocados en paralelo, con un material transparente situado entre ambos. Al espacio intermedio se le llama cavidad. Cada espejo refleja parte de la luz que incide sobre su superficie, y transmite el resto. Cuando un haz incide sobre el espejo frontal, parte de la luz se refleja y parte pasa al interior de la cavidad; el haz transmitido hacia delante dentro de la cavidad llega al espejo trasero, donde parte de la luz abandona el dispositivo, y parte, se refleja formando un haz hacia atrás.

En un interruptor óptico, el material colocado dentro de la cavidad posee propiedades que permiten que la intensidad del haz incidente controle la transmisión.

Evidentemente habrá que vencer formidables dificultades para completar el diseño y construcción de un interruptor óptico; no obstante constituye un proyecto realista que puede hacer nacer un nuevo tipo de ordenadores: los ordenadores ópticos.



El interferómetro de Fabry-Perot constituye el fundamento para el interruptor óptico diseñado en la Universidad de Meriatwatt.



Las cintas magnéticas pueden llegar a almacenar grandes volúmenes de información. Al ser intercambiables y removibles se emplean con asiduidad en centros de proceso que manejan ingentes cantidades de datos.

Para saber más

¿Son las cintas magnéticas un soporte de memoria de masa absoluto?

En absoluto. Su misión es fundamental en cualquier centro de cálculo, ya que representan un soporte barato y con alta capacidad de almacenamiento.

¿Se espera alguna mejora en las cintas magnéticas en un futuro próximo?

Como todos los componentes informáticos, las cintas magnéticas recibirán los beneficios de los avances tecnológicos. No obstante, los cambios no serán espectaculares.

¿... y los discos magnéticos?

Las memorias de masa basadas en discos magnéticos es de suponer que sigan progresando tanto en capacidad de almacenamiento como en velocidad de búsqueda, y por consiguiente, en precio por unidad de información. Pero la auténtica revolución puede ser la aparición de otros tipos de discos no magnéticos.

¿Qué es un disco óptico?

Es un dispositivo para el almacenamiento de información.
Tanto la lectura como la escritura se basan en la emisión de un haz láser. En el primer caso produce la lectura haciendo incidir el haz en una lámina metálica situada sobre un sustrato transparente. La escritura se realiza aumentando la intensidad del haz de forma que realicen pequeños agujeros en la lámina metálica.

Los periféricos de la microinformática doméstica

Accesorios para el ordenador en casa



El microordenador doméstico es, sin lugar a dudas, uno de los máximos responsables del vertiginoso auge de la informática en los últimos años. Su entrada en el hogar ha extendido al gran público el conocimiento y la familiaridad con estas máquinas. De paso, y en razón a la importancia que reviste el condicionante económico en esta categoría de ordenadores, han surgido para ellos nuevos dispositivos periféricos, en muchos casos extraídos del propio entorno doméstico, como es el magnetófono a casetes y el receptor de TV. En otros casos, no obstante, han sido los periféricos habituales en los segmentos superiores los que han descendido al rango de la economía para permitir al ordenador doméstico afrontar aplicaciones de relativa complejidad y potencia.

Periféricos de entrada o salida

Son nuchos y muy distintos los dispositivos que forman parte de la gran familia de periféricos para microordenadores. Sin lugar a dudas, los dos más inmediatos e imprescindibles son la pantalla y el teclado. Entre ambos constituyen el «puesto de trabajo» más elemental posible.

Cualquier nanoordenador u ordenador doméstico lleva incorporado el teclado solidario a la propia caja en la que reside la unidad central y, por supuesto, todos ellos disponen de una toma para su conexión a un receptor de TV doméstico o a un monitor de vídeo.

La primera alternativa es la más habitual y económica. Nada más frecuente para cualquier usuario que poseer un televisor doméstico. Este puede pasar a convertirse en la pantalla de visualización de su equipo, ahorrando el desembolso que supone la adquisición de un monitor específico.

En muchos casos, el microordenador suele contemplar ambas posibilidades. En tal caso, incluye, además, una salida conectable a un monitor de vídeo (salida RGB), con el cual logrará una mayor calidad de imagen.

Tras el teclado y la pantalla –periféricos básicos de entrada y salida, respectivamente–, cabe citar al segundo periférico de salida en orden de importancia: la impresora. Su cometido es plasmar en el papel la información manipulada por el ordenador, ya sea para obtener listados impresos de los programas confeccionados por el usuario, o para reflejar los resultados de su ejecución.

Existen muy diversos tipos y modelos de impresoras, cuya distinción básica reside en su mecanismo de impresión.

El nivel inferior está ocupado por las impresoras térmicas, de mayor o menor tamaño, que escriben mediante un proceso químico sobre un papel metalizado especial.

Un segundo grupo lo constituyen las impresoras de matriz de puntos o matriz de agujas. Las agujas son activables independientemente, de modo que seleccionando las adecuadas y haciendo percutir éstas sobre una cinta semejante a la utilizada por la máquina de escribir, se imprimirán los caracteres deseados sobre el papel. Todo ello, por supuesto, se realiza a gran velocidad.

Con un funcionamiento parecido a estas últimas, nos encontramos a las impresoras de «chorro de tinta». La diferencia radica en que lanzan un chorro de tinta sobre el punto que se desea imprimir, en lugar de hacer percutir un punzón. Superior calidad de impresión puede conseguirse con las impresoras de margarita. En este caso, el mecanismo de impresión se basa en una rueda alrededor de la que se han dispuesto una serie de láminas con los caracteres que se pueden imprimir. Haciendo girar la margarita se selecciona el carácter a escribir; a continuación, sólo hay que hacer percutir un martillo sobre la lámina que contiene el carácter para lograr su impresión.

Existen otros muchos tipos de impresoras, pero éstas son las más ampliamente utilizadas en el campo de los microordenadores.

En íntima relación con las impresoras, se encuentran algunas máquinas de escribir electrónicas. En el mercado existen algunos modelos asociables a un ordenador y capaces de suplantar a una



La configuración básica del microordenador ZX-SPECTRUM del fabricante inglés SINCLAIR consta de una carcasa que contiene la CPU y el periférico elemental de entrada (el teclado). Esta sencillez compartida por muchos ordenadores similares, es lo que hace que sus precios resulten muy baratos.

impresora convencional. Por otra parte, también es posible obtener listados mediante algunos plotters. En todo caso, ésta no es la aplicación original para la que está concebido un plotter, sino que su especialidad es la de confeccionar gráficos en uno o varios colores.

Unidades de almacenamiento

Desde luego, la impresora constituye un método rudimentario para almacenar programas. Tan rudimentario como penoso e ineficaz, puesto que teclear de nuevo un programa cada vez que el usuario desee ejecutarlo, es una tarea lo suficientemente ingrata como para ignorarla. Es obvio que el método correcto es introducir el programa una sola vez y, acto seguido, almacenarlo en algún dispositivo de memoria que permita su posterior recuperación automática.

Para almacenar programas, datos y, en general, la información puesta en juego en el ordenador, existen periféricos especializados: las unidades de almacenamiento masivo. Entre ellas cabe destacar, por su enorme difusión en este ámbito, a las unidades de casete. La cinta a casete consituye un soporte de memoria de muy bajo coste. Tal economía la acentúa el hecho de que, en muchos casos, es posible utilizar un magnetófono para casetes de audio como unidad de almacenamiento.

Un grabador/reproductor de casetes, ya sea específico o convencional, presenta una serie de problemas que lo alejan de constituir una memoria de masa idónea. Los principales derivan de la lentitud de su funcionamiento y de su naturaleza secuencial.

Dentro del campo de los ordenadores personales existe otra unidad de almacenamiento muy utilizada, especialmente por aquellos que desean extraer un mayor partido al pequeño ordenador doméstico. Estas son las unidades de disco, en sus múltiples variantes en cuanto a capacidad y tamaño de disco, etc.

Las unidades de disco se distinguen por una mayor velocidad de lectura y escritura respecto al casete, y por permitir un acceso directo (aleatorio) a la información. El soporte donde se almacena la información es un disco flexible de 5 y 1/4, 3 y 1/2 ó 3 pulgadas. Los discos admiten una mayor o menor cantidad de información según su tamaño,



Uno de los ordenadores domésticos de mayor difusión es el Commodore 64.

según que la grabación se realice en simple o doble densidad, o en función de que se utilice una sola o ambas caras del mismo.

En el estudio de las unidades de almacenamiento externo cabe señalar ciertas características. En primer lugar es preciso distinguir entre el soporte y la propia unidad de almacenamiento. Esta distinción es la misma que existe entre carrete y cámara fotográfica, o LP y tocadiscos. Dentro de los diferentes sistemas de almacenamiento hay que evaluar cuatro características fundamentales: su capacidad, velocidad, organización y precio.

Cinta: la alternativa económica

El sistema de almacenamiento más inmediato y económico es el casete. Prácticamente, la totalidad de los ordenadores domésticos contemplan la posibilidad de conectar un grabador/reproductor de casetes. La ventaja primordial de este medio es su bajo coste.

El soporte es, en este caso, la conocida cinta magnética en casete. Cualquier cinta de audio puede ser utilizada para almacenar datos o programas. La unidad grabadora/reproductora será, por lo tanto, un magnetófono a casete. En muchos casos, la unidad empleada puede coincidir con un simple y convencional magnetófono de audio.

- *Capacidad*

La capacidad de almacenamiento de los casetes queda limitada por dos factores: duración de la cinta (C-60, C-90 ...) y velocidad de transferencia de datos. En el primer caso, resulta obvio que una cinta de mayor duración admite más información. De todas formas, es recomendable un formato pequeño para un acceso más rápido a los programas.

Conociendo la duración de la cinta y la velocidad de transmisión, se puede efectuar un cálculo aproximado de la capacidad total del soporte. Tomemos una C-60 (sesenta minutos) y 1.000 baudios de velocidad. Un simple cálculo permite llegar a las siguientes conclusiones:

60 min.=60 * 60 seg.=3.600 seg.

Capacidad=vel. * durac.=(1.000 bis/seg) * 3.600 seg.=3.600.000 bits=3.600.000/8 bytes=450.000 bytes=*440 Kbytes.*

Esta sería la capacidad total de la cinta. En la práctica, ésta se ve restringida por la necesidad de almacenar los nombres y longitudes de los programas, y por los espacios en blanco desaprovechados. En una aproximación, la capacidad real de la cinta, con las características expuestas, quedaría en los 200-300 Kbytes.

- *Velocidad*

Esta segunda característica está íntimamente relacionada con lo mencionado anteriormente. La velocidad de trasvase de información biene determinada por los baudios a los que trabaja el interface. Un cálculo similar al anterior proporcionaría el tiempo necesario para cargar un programa de 64 K a una velocidad de 1.000 baudios.

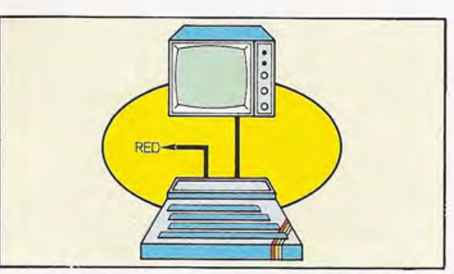
64 Kbytes=64 * 1.024 bytes= =65.536 bytes=65.536 * 8 bits= =524.288 bits.

Tiempo=long./vel.=524.288 bits/1.000 baudios=525 seg.=*8 min. 45 seg.*

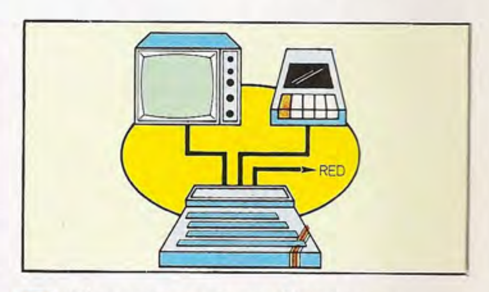
Si a esto sumamos la cabecera y otras pérdidas de espacio en la cinta, el tiempo invertido en dicha operación se transforma en 10 ó 15 minutos.

- *Organización*

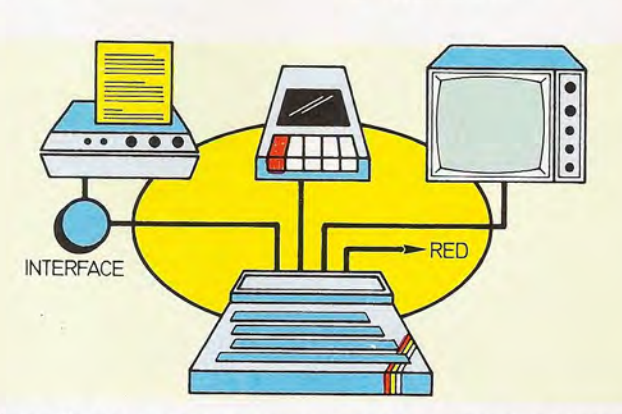
La propia naturaleza de la cinta confiere a su organización un carácter secuencial. Para acceder a un punto específico



Para comenzar a trabajar con un ordenador como el de la figura anterior se requiere la utilización de un televisor convencional, a través del que el ordenador entregará al usuario la información que éste le solicite.



El casete es un periférico para el almacenamiento secuencial de información. El SPECTRUM dispone de dos canales (uno para la entrada y otro para la salida de información) a los que se puede acoplar un magnetófono a casetes convencional.



La configuración básica de un microordenador doméstico o personal se puede completar mediante la adquisición de una impresora. Para conectarla a la unidad central es necesario utilizar el interface correspondiente.

es necesario recorrer todo el espacio precedente. Esta característica incrementa el tiempo efectivo de acceso a la información, puesto que antes de transmitirla se ha de situar el cabezal en el lugar adecuado. Este problema puede atenuarse, en gran manera, utilizando cintas de corta duración.

- Precio

Las cintas de audio vírgenes, de calidad media, se pueden adquirir a precios que oscilan entre las 100 y las 500 pesetas, dependiendo de su duración y de la marca que las avale. También es posible obtener cintas con programas comerciales ya grabados. Estas últimas se mantienen entre las 800 ó 1.000 pesetas (juegos) y las 10.000 pesetas (aplicaciones profesionales).

En cuanto a la unidad reproductora, cabe considerar dos casos: aquellos aparatos que admiten magnetófonos estándar de audio y los que obligan al uso de unidades específicas. En los primeros la unidad no exige un gasto adicional si usted dispone de un grabador/reproductor de audio. En caso de no poseerlo, puede adquirirlo en cualquier tienda de electrodomésticos por menos de 10.000 pesetas. Si su ordenador no admite la conexión de una casete estándar, seguramente el propio fabricante ofrezca su unidad específica. Si es así, ésta se situará entre las 7.000 y 15.000 pesetas.

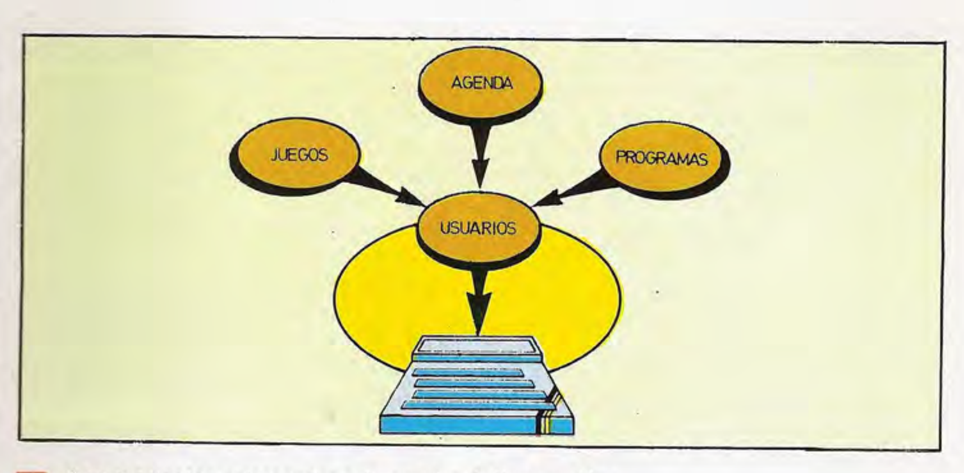
Disco: rapidez y organización

Cuando las prestaciones de la unidad de casete se quedan cortas uno piensa en el disco. El disco viene a ser la alternativa «profesional» para el almace-



Impresora de matriz de puntos destinada a operar con equipos de tipo doméstico o personal.

namiento externo. Prueba de ello es que los micros grandes (profesionales, de gestión, etc.) prescinden del casete y van directamente encaminados al disco. Al contrario de lo que ocurre con el casete, el disco no está estandarizado, ni en soporte ni en unidad. Al ser éste un elemento específicamente informático sólo puede ser adquirido en establecimientos especializados. Asimismo, su funcionamiento no resulta tan inmediato como el del anterior sistema. Por contra, el disco ofrece una mayor flexibilidad y potencia de cara al tratamiento de la información. Una de las bazas fundamentales de este sistema es la organización y rápido acceso a los bloques de información en él contenidos.



Los modestos microordenadores domésticos están abiertos a una dilatada variedad de aplicaciones; incluso a la programación de aplicaciones por parte del propio usuario.

Como quiera que el soporte no está estandarizado, se pueden encontrar distintos formatos de disco. Los «floppys», disquetes, o discos flexibles, se componen, fundamentalmente, de una superficie plástica recubierta de material magnético, todo ello envuelto en una funda protectora de cartón. Así pues, hay dos factores que intervienen en el formato del disco: el tamaño de la base plástica y el tipo de depósito magnético.

En primera instancia, los discos se dividen en razón a su tamaño. Esta clasificación deja ver, en el campo de los micros, los siguientes tipos fundamentales:

5 y 1/4''
3 y 1/2'', y
3''

Esta medida (en pulgadas) se refiere al diámetro de la superficie circular. Hasta hace muy poco tiempo seguían aún en vigencia los discos flexibles de 8 pulgadas, si bien, hoy en día, su presencia es casi anecdótica.

La segunda división hace referencia a la calidad y cantidad del material magnético depositado en la superficie útil para el almacenamiento. La base puede esta recubierta por una o ambas caras, dando lugar a discos de «simple» o de «doble cara».

La calidad del recubrimiento puede permitir una mayor o menor densidad de información. En este caso aparecen los discos de «simple» o «doble densidad». Estas dos características pueden mezclarse para obtener cuatro tipos de combinaciones:

Simple cara, simple densidad.
Doble cara, simple densidad.
Simple cara, doble densidad.
Doble cara, doble densidad.

Es evidente que cuando una de las características (cara o densidad) es «doble», el disco admite el doble de información que cuando es «simple». Estas cuatro combinaciones son aplicables, hoy por hoy, únicamente al formato de 5 y 1/4 pulgadas. Los discos de 3 y 1/2'' sólo se comercializan en modelos de simple densidad, para simple o doble cara; mientras que los de 3'' suelen utilizar ambas caras, pero sin opción de doble densidad.

- *Capacidad*

Los distintos tipos de discos admiten distintas capacidades de almacenamiento. Así, los de 5 y 1/4 pulgadas pueden almacenar desde poco más de cien Kbytes, hasta rebasar el Mbyte (1 Mbyte = 1.000 Kbytes); dependiendo de caras y densidades en uso. Pero la capacidad total no es siempre aprovechable. Diversos modelos de unidades (drivers) sacan distintos rendimientos a los discos. Además, hay que tener en cuenta que el propio ordenador se reserva parte del disco para organizar la información contenida en él. De esta forma, se habla de la *capacidad total* y de la *capacidad una vez formateado.*

A diferencia con las cintas, los discos no son directamente utilizables en su estado «virgen». Previamente han de someterse a un proceso en el cual el ordenador numera y distribuye las pistas. Afortunadamente, esta operación no precisa de ningún elemento adicional y es el propio ordenador el que la realiza en conjunción con la unidad de disco.

- *Velocidad*

En comparación con el casete, el disco es muy superior en velocidad de transmisión de datos. Lo que en cinta implica varios minutos, en disco requiere muy pocos segundos. Esta es una de las mayores ventajas del disco, ya que en menos de medio minuto se puede perfectamente cambiar la totalidad del contenido de la memoria del ordenador.

- *Organización*

En los discos, la información se distribuye en pistas concéntricas. El acceso a cada dato es tan complejo que hace necesaria la colaboración de toda una serie de programas para gestionarlo. Estos programas forman parte del denominado *Sistema Operativo.*

La diferencia entre las distintas organizaciones y aprovechamiento de los discos radica en las propias facultades del sistema operativo. Sin embargo, lo

La mayor parte de los programas para ordenadores domésticos utilizan el casete como soporte de almacenamiento externo.

que es común a todos ellos es el carácter no exclusivamente secuencial de cara al usuario.

- *Precio*

El inconveniente más notable de los sistemas de almacenamiento en disco magnético es el precio. El soporte raras veces baja de las 500 pesetas en estado virgen. También los discos que contienen aplicaciones suelen ser bastante más caros que las cintas. Ello se debe, en muchos casos, a que las aplicaciones en disco son de tipo profesional e incluyen programas más complejos.

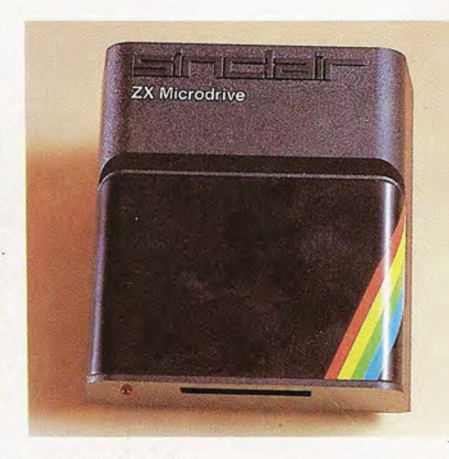
En cuanto a las unidades de lectura/escritura, sus precios oscilan entre las 50.000 y las 100.000 pesetas, cerca de diez veces lo que cuesta un magnetófono a casetes estándar.

Otros dispositivos periféricos

Además de los ya citados, existen otros periféricos de acusada presencia junto al microordenador doméstico. Entre ellos cabe señalar a los periféricos para juegos, con el joystick a la cabeza.

Los joysticks o palancas de juego permiten controlar la acción de los juegos con una mayor comodidad y verosimilitud que con el teclado del equipo. La palanca de control suele completarse con un botón de disparo adecuado para ordenar una acción inmediata.

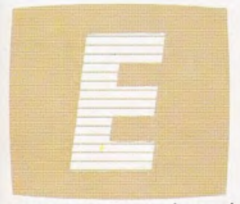
Relacionados con ellos están los «paddles» y toda una pléyade de dispositivos como el lápiz óptico o la tableta gráfica que permiten un manejo más cómodo del ordenador.



Unidad de micro-cinta magnética creada para el popular ZX-SPECTRUM.

CPU de grandes ordenadores

Procesadores científicos de gestión y ambivalentes



En capítulos anteriores se ha detallado la arquitectura interna de la unidad central de proceso que rige el funcionamiento de los microordenadores; unidad central de proceso coincidente o edificada alrededor de un chip microprocesador.

Los grandes ordenadores y miniordenadores utilizan tradicionalmente procesadores de otra naturaleza que, aun realizando el mismo cometido de la CPU de un microordenador, ponen en práctica otros métodos de trabajo y arquitecturas más o menos dispares.

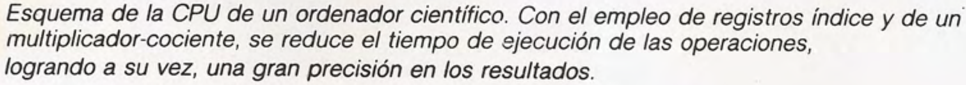
En líneas generales cabe distinguir entre tres tipos de unidades centrales de proceso en este marco: las destinadas a ordenadores científicos, las orientadas a máquinas de gestión y las denominadas ambivalentes.

CPU de ordenadores científicos

En la figura se ha representado esquemáticamente un ejemplo típico de CPU para ordenador científico. Dispone de tres registros-índice en la unidad de control, un acumulador y un multiplicador-cociente en la unidad aritmético-lógica.

La longitud de sus instrucciones es fija: una palabra de máquina. La búsqueda en memoria de una de ellas se realiza, por tanto, durante un ciclo de reloj.

Una instrucción consta del código de operación, del bit para direccionamiento indirecto, de dos bits para direccionar cada uno de los tres registros-índice de la unidad de control y de la dirección en memoria. Los operandos también se codifican sobre una palabra de memoria de doble longitud.

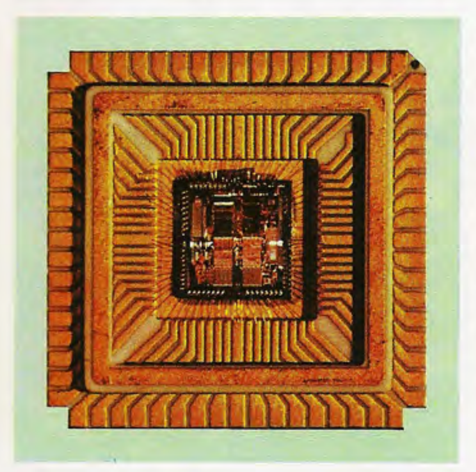


Esquema de la CPU de un ordenador científico. Con el empleo de registros índice y de un multiplicador-cociente, se reduce el tiempo de ejecución de las operaciones, logrando a su vez, una gran precisión en los resultados.

Con este tipo de ordenadores se consigue una alta velocidad en las operaciones de cálculo, a cambio de perder potencia en la gestión y utilización de ficheros.

Estas características coinciden plenamente con los requerimientos para el proceso de datos de tipo técnico o científico, ya que el volumen de datos tratados no es excesivamente grande, pero con ellos se realizan muchos cálculos.

Debido a la existencia de registros-índice y al multiplicador-cociente se logra también una alta precisión en las operaciones (se redondea en posiciones de poco «peso») y se puede llegar a trabajar con números muy elevados.



Configuración típica de una instrucción de 32 bits.

CPU de ordenadores de gestión

Las máquinas destinadas a la gestión suelen tratar caracteres (en vez de palabras como las científicas), la longitud de las instrucciones es variable y generalmente trabajan con dos direcciones. Las cadenas de caracteres van limitadas por una marca de fin de cadena que ocupa una posición binaria en memoria y puede ser controlada mediante instrucciones especiales.

Cuando una instrucción se refiere a una cadena de caracteres, contiene la dirección del último carácter de la misma. Evidentemente este tipo de ordenador está preparado para trabajar con datos alfanuméricos (en vez de numéricos, como ocurre en los científicos).

A pesar de su carácter poco matemático, estos ordenadores deben ser capaces de realizar operaciones como sumar o multiplicar. La forma de realizar estas operaciones es carácter a carácter. Vamos a describir, como ejemplo, la instrucción «suma de dos números»:

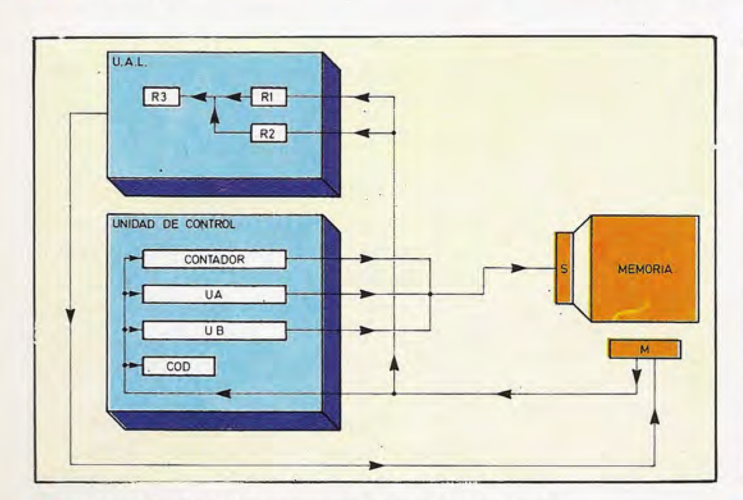
La instrucción contiene el código de la operación (suma) en un carácter y las direcciones de los últimos caracteres de los dos operandos (número a sumar). Por tanto, en la unidad de control se dispone de, al menos, cuatro registros: dos para las direcciones de los últimos caracteres de los números a sumar, otro registro COD para el código de operación y un cuarto para el contador de instrucciones.

La operación de suma se realiza en serie, carácter por carácter. Los caracteres del primero y del segundo operando se memorizan, respectivamente, en dos registros R_1 y R_2, y el arrastre es conservado, de un paso al siguiente, en el biestable R_3. La operación de suma continúa mientras no se detecte la señal de fin de cadena.

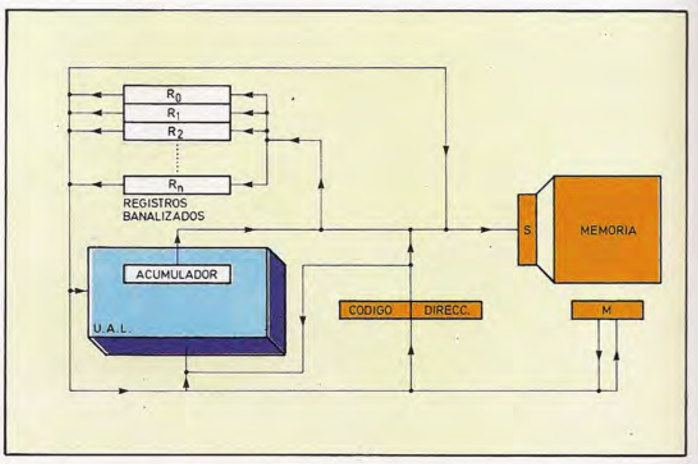
CPU de máquinas ambivalentes

En la tercera generación de ordenadores se comercializaron máquinas de distinta orientación pero con el mismo conjunto de instrucciones máquina. Resultaban, pues, ordenadores aptos para resolver tanto problemas de gestión, como problemas científicos. Surgió también en la CPU un nuevo tipo de registros banalizados que pueden ser utilizados tanto como registros de direccionamiento como para almacenar operandos.

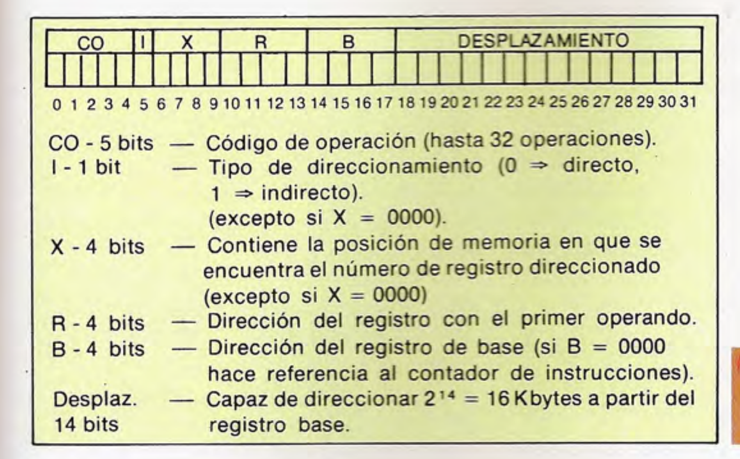
En la figura se representa una configuración típica de un sistema ambivalente.



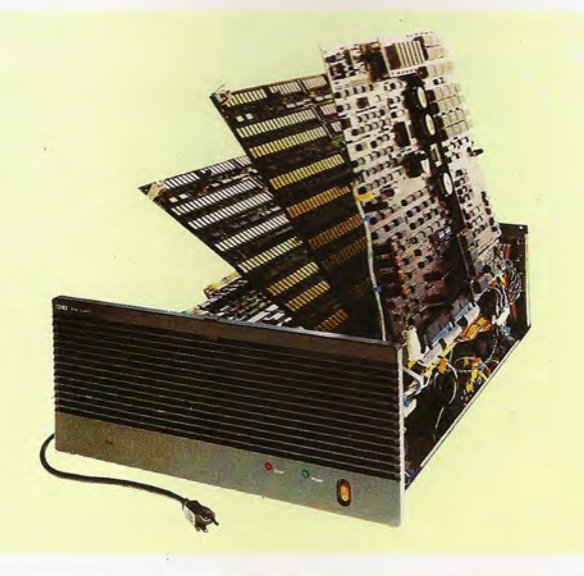
Ejemplo de CPU para un ordenador de gestión. En los registros UA y UB se almacenan las direcciones de los últimos caracteres de los números a sumar; el registro COD contiene el código de operación.



Esquema de una CPU típica de un ordenador de la tercera generación. Un único sumador actúa como unidad aritmético-lógica y como unidad de cálculo de direcciones.



Unidad central de proceso de un ordenador de 32 bits.



La CPU de los miniordenadores y ordenadores de gran tamaño no suele estar constituida por un microprocesador, sino por elementos más complejos, capaces de ejecutar operaciones específicas del sistema para el que están diseñados.

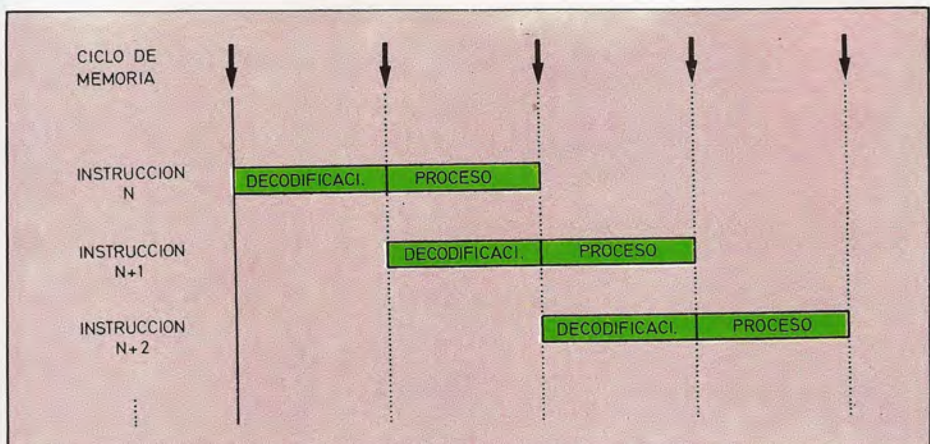


Diagrama de los tiempos teóricos de solapamiento de instrucciones. Mientras que se ejecuta la instrucción N, la instrucción N+1 se está decodificando. Con esta técnica se duplica la velocidad de proceso de la máquina.

El sistema posee un conjunto de registros banalizados utilizables como registros aritméticos, como registros de direccionamiento, como registros de base o como registros índice. En esta máquina existe un único sumador, en el que se realizan todos los cálculos, que actúa como unidad aritmética lógica y como unidad de cálculo de direcciones. No dispone de contador de instrucciones. Esta misión se realiza a través del registro banalizado Ro.

Características de los ordenadores mixtos, de gestión y científicos

Las propiedades más importantes de estos ordenadores son las siguientes:

- Capacidad de direccionamiento, tanto a nivel de carácter como de palabra.
- Conjunto de instrucciones que incluye tanto las instrucciones de ordenadores de palabra (una única dirección), como las instrucciones de ordenadores de carácter (dos direcciones).
- Bus de datos, capaz de transportar tanto palabras como caracteres.

A continuación se detallan las técnicas que sustntan las tres características enunciadas.

- *Direccionamiento de palabras y caracteres*

Existen dos opciones:

1. Situar sistemáticamente los fines de cadena de caracteres en los fines de palabra. De esta forma todas las instrucciones se direccionan a nivel de palabra. Esta opción es, en general, inaceptable.
2. Utilizar únicamente direcciones a nivel de carácter. De esta forma los ordenadores, cuya longitud de palabra es 2^n caracteres, desaprovechan los n últimos bits de la dirección en las instrucciones que direccionen palabras.

- *Instrucciones de longitud variable*

Las operaciones con palabras son ideales para realizar instrucciones de tipo registro-memoria; en cambio, las operaciones con caracteres se adaptan mejor a instrucciones de tipo memoria-

memoria. Esto obliga a que las instrucciones tengan diferentes longitudes.

Mediante la decodificación de uno o dos bits, situados normalmente en el principio del código de operación, la unidad de control conocerá inmediatamente la longitud de la instrucción que está tratando. Evidentemente los incrementos en el contador de instrucciones se realizarán según las longitudes de las instrucciones procesadas.

- *Bus de datos*

En los ordenadores mixtos existen dos tipos de procesamiento para los operandos:

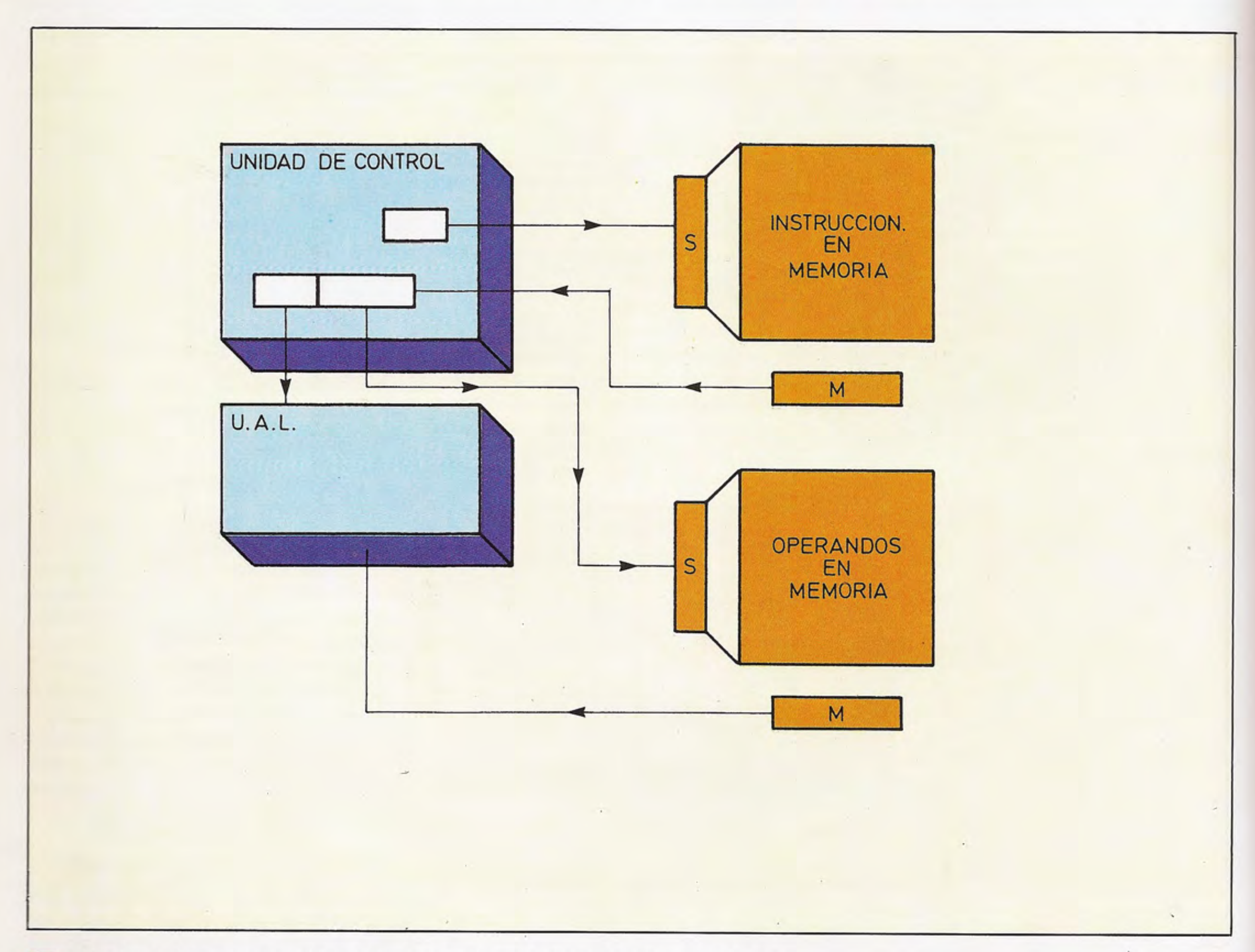
– Los datos se transfieren carácter por carácter. En este caso las instrucciones con palabras necesitan varias pasadas por el bus.

– El bus de datos tiene la misma dimensión que la palabra. Los distintos caracteres de una palabra se transfieren en paralelo, pero se procesan en la unidad aritmético-lógica en serie, mediante el operador de caracteres.

En cuanto a la relación entre instrucciones y longitud de la palabra de memoria existen dos posibles elecciones:

– La palabra de memoria tiene la misma longitud que las instrucciones cortas y, por tanto, las instrucciones largas exigirán dos accesos a memoria y un doble registro de instrucción. Cuando se ejecuta una instrucción corta, el contador de instrucciones se incrementa en una unidad. Cuando se ejecuta una instrucción larga el contador se incrementa en dos unidades.

– La palabra de memoria tiene la longitud de las instrucciones largas. En este caso los procedimientos serán más complejos que en el caso anterior. Es necesario utilizar un registro tampón largo en el registro de instrucciones, igualmente largo.



Máquina teórica con bus de instrucciones y bus de datos independientes. Este tipo de configuración se realiza, en la práctica, mediante software.

Multiprocesamiento



Si quisiéramos dar una definición sencilla de multiprocesador podríamos adoptar la siguiente: «Se llama multiprocesador a todo ordenador que dispone de varias unidades centrales». De la anterior definición se puede deducir que multiprocesamiento es la ejecución simultánea en unidades centrales distintas de más de un programa.

Es importante diferenciar multiprocesamiento de multiprogramación, ya que aunque ambos términos se parezcan, corresponden a dos conceptos completamente distintos. Multiprogramación implica la ejecución temporalmente imbricada de varios programas que residen simultáneamente en la memoria principal, mediante una única unidad central y pasando de un programa a otro mediante un mecanismo de interrupciones. En cambio, multiprocesamiento es la ejecución simultánea de varios programas en distintas unidades centrales.

Tipos de multiprocesadores

Existen tres clases fundamentales de multiprocesadores:

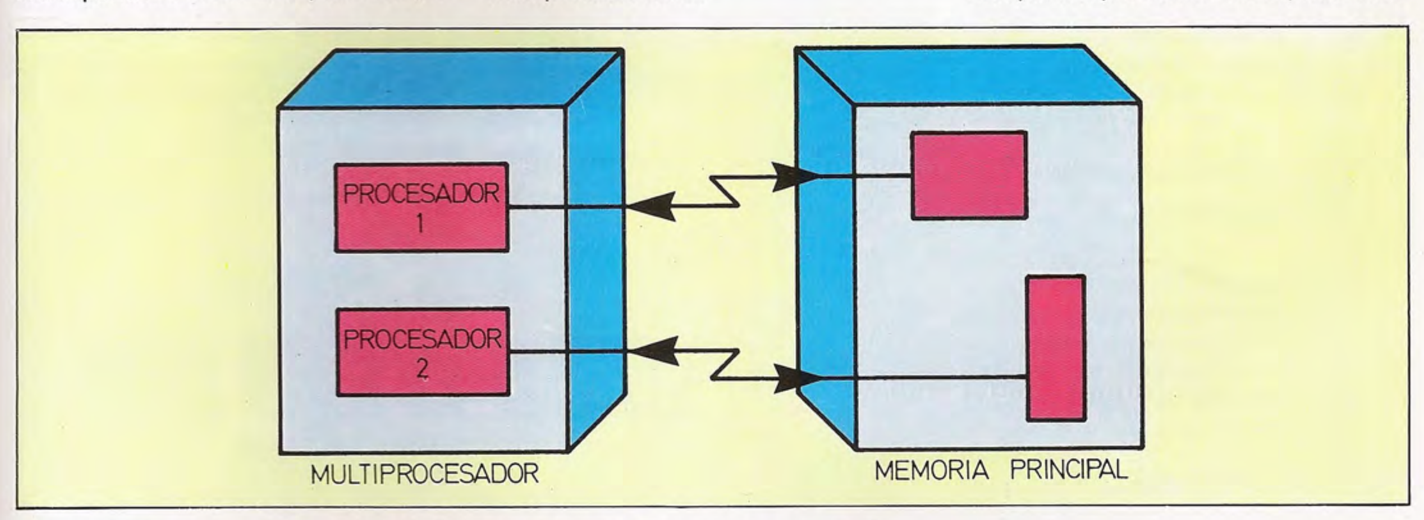
Naturaleza, ventajas e inconvenientes de los multiprocesadores

- *Procesadores idénticos*

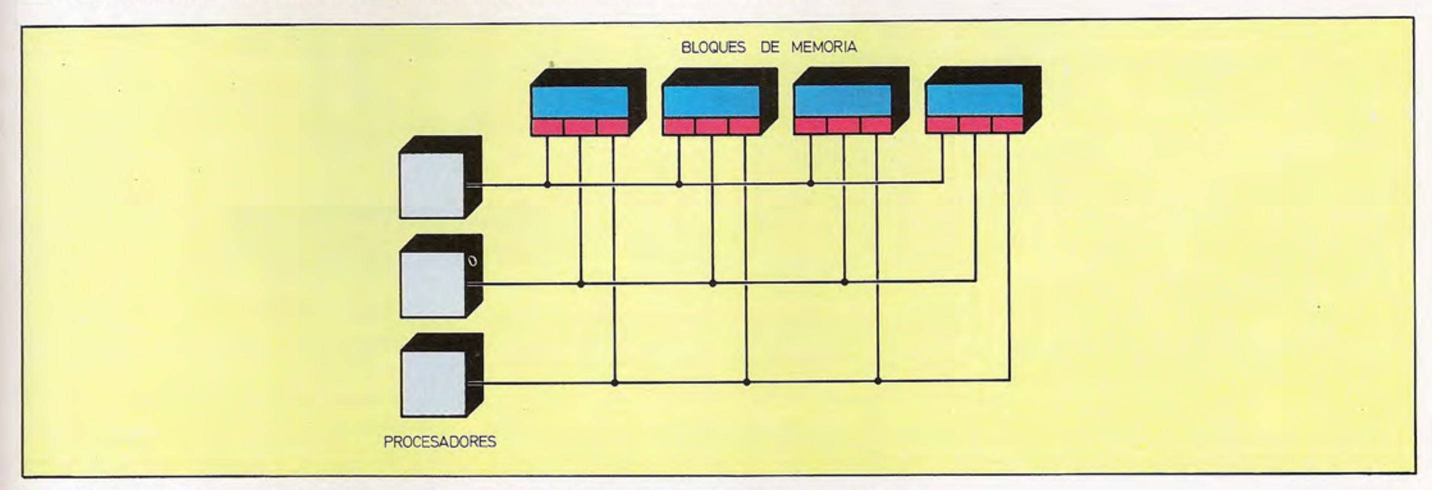
A este sistema también se le denomina multiunidad central y algunos autores lo consideran como el único tipo de multiprocesador propiamente dicho. Están compuestos por varias unidades centrales idénticas que comparten la misma memoria principal y, en general, comparten también las unidades periféricas. Se observa que, en efecto, corresponde plenamente a la definición inicial del multiprocesador.

- *Procesadores periféricos especializados*

En este caso la memoria principal es compartida por uno o varios procesado-



En la figura se puede observar claramente la cualidad más importante de los multiprocesadores (un biprocesador en este caso): cada una de las unidades centrales funciona simultáneamente utilizando zonas distintas de la memoria común.

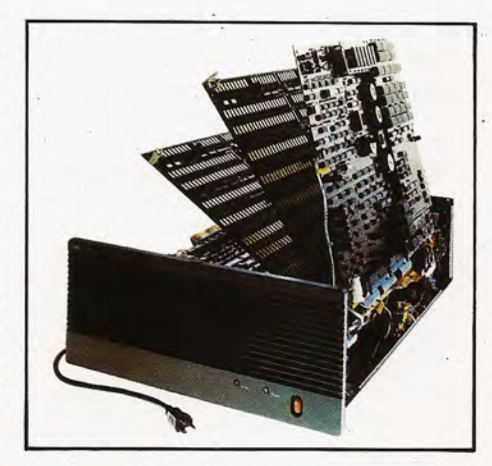


En los multiprocesadores la interconexión por líneas omnibús permite poner en contacto a los distintos procesadores con los diversos bloques de memoria.

res centrales que se encargan del procesamiento por lotes de los trabajos, y por otros procesadores especializados en trabajos concretos (control de periféricos, gestión de E/S...).

• *Multiprocesadores descompuestos*

En los anteriores sistemas cada procesador del multiprocesador era independiente de los demás y disponía, por lo tanto, de su unidad de control y de su unidad aritmético-lógica independiente. Se llama multiprocesador descompuesto o multiprocesador virtual, a aquellos equipos en los que los distintos procesadores comparten entre sí, no sólo la memoria principal, sino algunas de sus propias unidades internas.



La apariencia de un multiprocesador es similar a la de cualquier ordenador monoprocesador. En la fotografía puede apreciarse la disposición de las placas del sistema NCR 9300.

Ventajas e inconvenientes del multiprocesamiento

La utilización de un multiprocesador conlleva dos ventajas importantes: aumento de la eficacia y aumento de la disponibilidad. Y también dos inconvenientes: dificultades de comunicación y dificultades de interconexión.

• *Aumento de la eficacia*

Existen dos formas en las que aumenta la eficacia de los equipos. Por un lado, al crecer el número de procesadores centrales crece evidentemente el número de unidades centrales y, en consecuencia, el ordenador es más eficiente. El otro aumento de la eficacia viene dado por la posibilidad de ejecutar ciertos trabajos en procesadores periféricos, cuando sean difíciles de adaptar al procesador principal; este último caso implica la opción de multiprocesadores descompuestos.

Es de observar que duplicar el procesador central no hace duplicar la potencia del ordenador, ya que existen ciertas unidades comunes que deben ser compartidas.

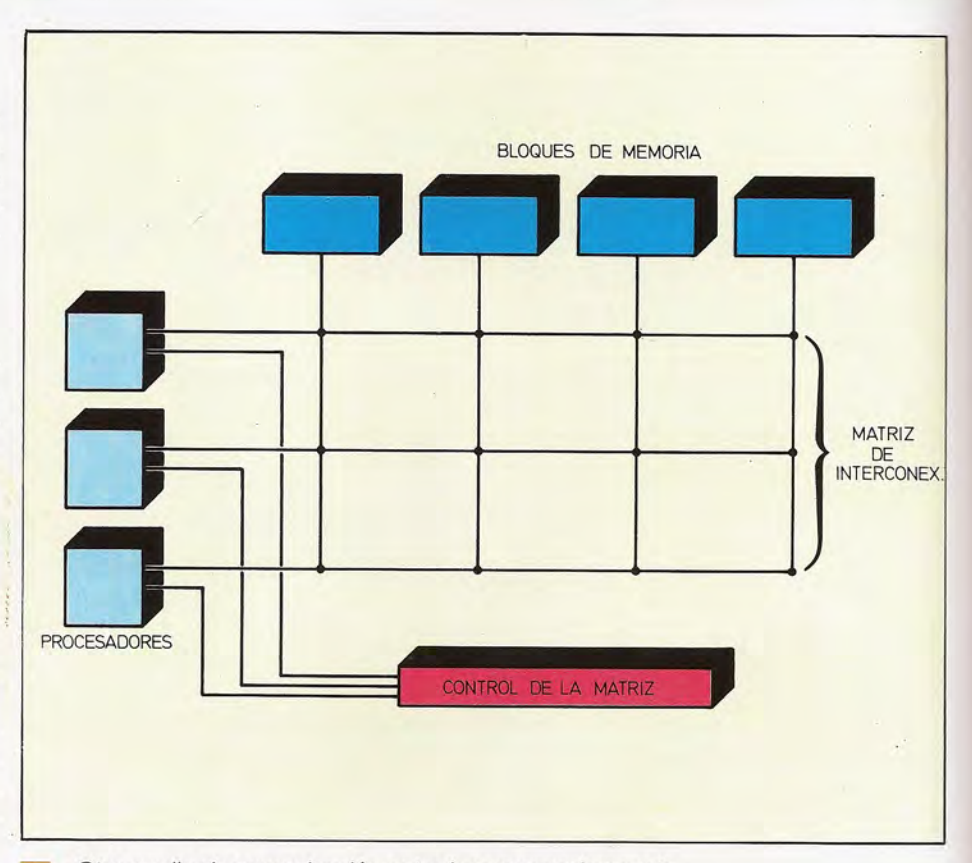
• *Aumento de la disponibilidad*

Si se opta por particionar el multiprocesador en dos elementos funcionalmente completos, es posible detectar las posibles averías y hacer una reconfiguración del sistema de forma que, aun con una eficacia degradada, el ordenador pueda seguir funcionando.

Cuando la complejidad o importancia de unas instalaciones (como las utilizadas para el control de aeropuertos) o cuando una reparación manual del equipo es imposible (como en los equipos instalados en naves espaciales), este aumento de la disponibilidad es fundamental, ya que con un sistema de detección automática de averías y un sistema multiprocesador, la avería no implica una parada en la ejecución de la aplicación.

• *Dificultades de comunicación*

Con ciertos acontecimientos pueden darse interrupciones de procesador a procesador y también es posible que los distintos procesadores del ordenador necesiten comunicarse a través de la



Otro medio de comunicación entre los procesadores y la memoria lo constituye la matriz celular de interconexión. En este caso las demandas de memoria de los diversos procesadores son gobernadas por el circuito de control de la matriz.

memoria principal. Por ambos motivos aumentan notoriamente los problemas de comunicación.

- *Dificultades de interconexión*

Estos problemas surgen claramente de la utilización conjunta de una única memoria principal por más de un procesador.

Entre las posibles soluciones para solventar esta dificultad, destacaremos dos:

1. Interconexión por líneas omnibus.

Las líneas salen de los procesadores y transmiten simultáneamente la información a los bloques de memoria.

2. Interconexión matricial.

En este caso es una matriz celular la que se encarga de realizar la interconexión y permite relacionar cada procesador con cada bloque de memoria, cuando esto no cause un conflicto.

Algunos multiprocesadores concretos

Dentro de la primera clase de multiprocesadores estudiada, *procesadores idénticos,* una de las cuestiones más importantes a determinar es el número máximo de procesadores que se pueden integrar en un sistema con un funcionamiento idóneo.

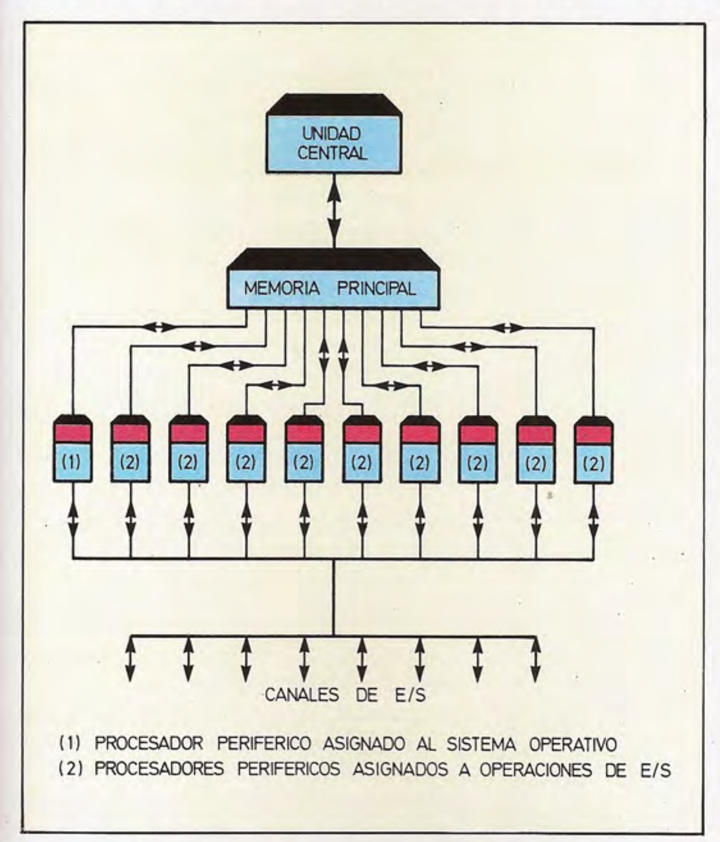
Si respetamos la idea de que dentro de una «gama compatible», por ejemplo, la IBM/370, cuando se pasa de un modelo al inmediatamente superior se consigue duplicar la potencia, al intentar mantener una progresión similar en los multiprocesadores es necesario pasar de un monoprocesador a una máquina con dos procesadores, de ésta a una de cuatro, y así sucesivamente.

Cuando se llega a un modelo elevado, este aumento resulta antieconómico, ya que es más barato utilizar menos procesadores, pero más potentes. En la práctica lo normal es no sobrepasar cuatro procesadores en un multiprocesador, aunque existen excepciones como el Burroughs B 7700, que llega a ocho procesadores.

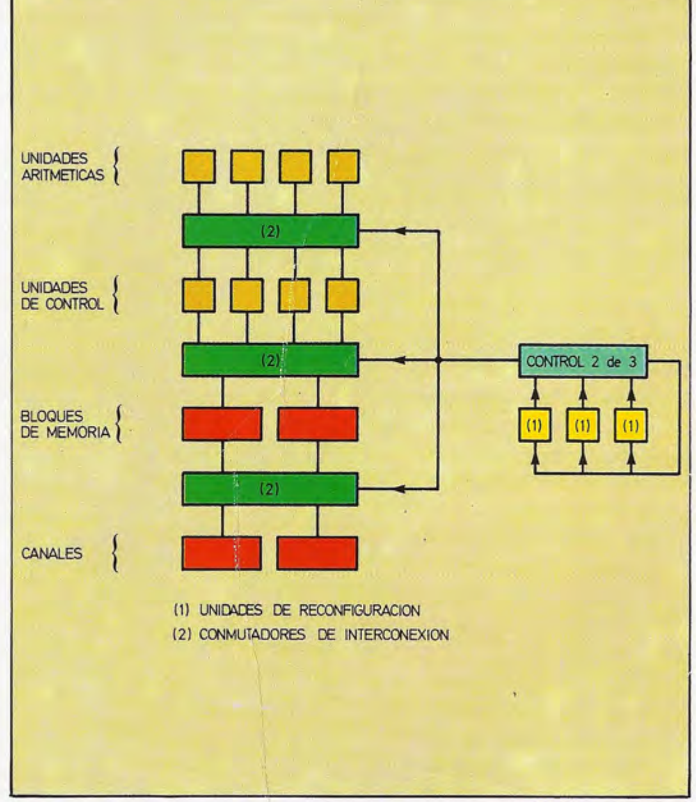
Dentro de los ordenadores que disponen de *procesadores periféricos especializados,* podemos citar como ejemplo típico el CDC 6600: compuesto por un procesador central y diez procesadores periféricos de los que nueve se dedican a operaciones de E/S y el décimo se encarga del sistema operativo.

La memoria principal es compartida por todos, es decir, tanto el procesador central como cualquiera de los diez procesadores periféricos pueden acceder a ella libremente, pero además cada procesador periférico dispone de una memoria de uso particular.

Las comunicaciones entre los distin-



En la figura se observa el esquema simplificado de un multiprocesador basado en diez procesadores periféricos especializados (uno de ellos en el sistema operativo y los nueve restantes en operaciones de entrada/salida).



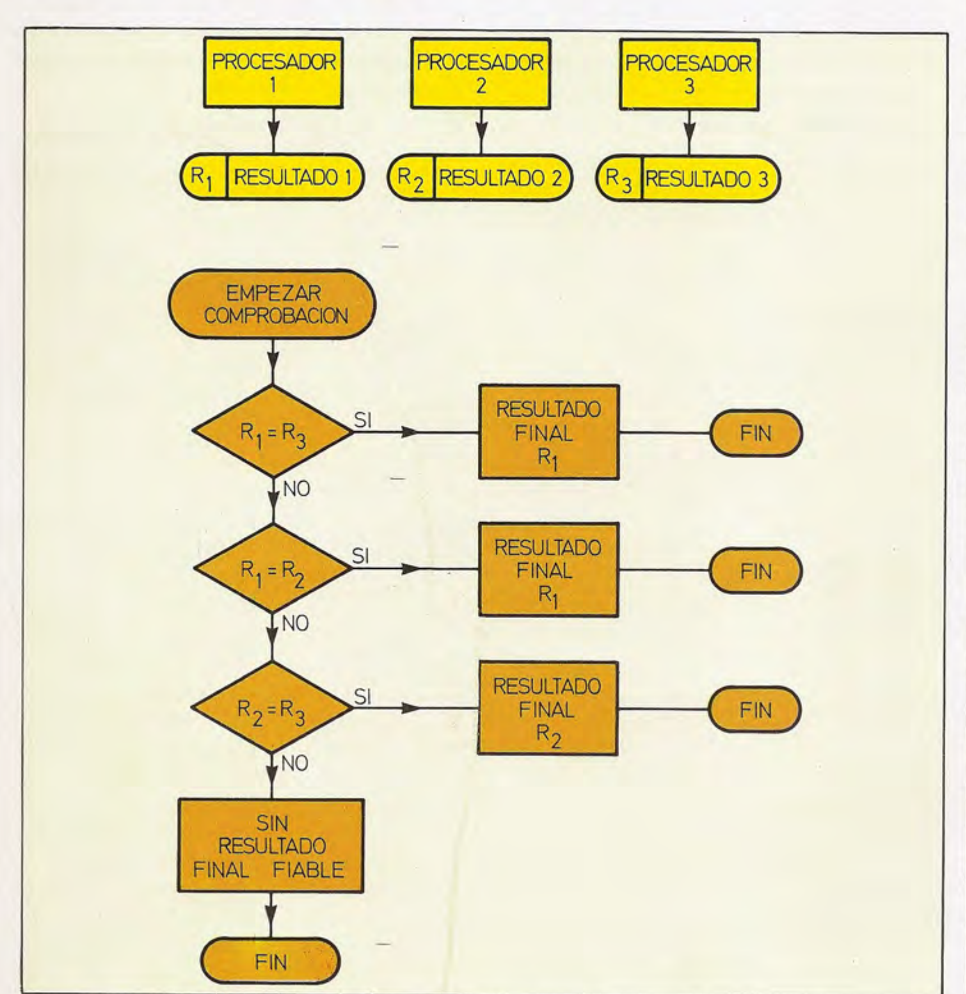
La NASA ha diseñado multiprocesadores descompuestos. En la figura se puede observar la representación simplificada de uno de ellos. Su cualidad más importante es que permiten hacer reconfiguraciones del equipo en caso de avería.

tos procesadores se realizan a través de las memorias propias, excluyendo una comunicación especial llamada «salto con cambio», que es una especie de interrupción destinada a que el procesador periférico encargado del sistema operativo pueda preservar el estado del programa en el procesador central de forma directa.

Por último, en el grupo de los *multiprocesadores descompuestos,* podemos destacar un ordenador modular diseñado por la NASA para misiones espaciales de larga duración. Este ordenador dispone de varias unidades de cada tipo, según la fiabilidad y complejidad del sistema.

En la fase de lanzamiento, el sistema funciona en modo procesadores idénticos, ya que es necesario realizar muchos cálculos rápidamente y no da tiempo a una reconfirmación del sistema, de esta forma varios procesadores se ocupan de ejecutar una misma tarea realizándose un autocontrol dos de tres.

Después de finalizada la fase de lanzamiento se pasa a funcionar en régimen de monoprocesador quedando algunas unidades de reserva. Existe una unidad de reconfiguración que se encarga de comprobar periódicamente el funcionamiento del procesador activo; en el caso de detectar alguna avería realiza una operación con los conmutadores de interconexión para obtener un nuevo procesador activo.



La técnica de control «dos de tres» se basa en la ejecución periódica del mismo proceso en tres procesadores iguales. La comprobación de coincidencia entre dos de los tres resultados obtenidos permite asegurar que el resultado es fiable o en caso contrario, que alguno de los procesadores está averiado.

Para saber más

¿A qué se llama multiprocesamiento?

A la ejecución simultánea de varios programas en procesadores distintos de un único ordenador. A este tipo de ordenador que integra varios procesadores se le denomina multiprocesador.

¿En qué se diferencia multiprocesamiento de multiprogramación?

Ambos conceptos hacen referencia a la ejecución simultánea de varios programas en un único ordenador, pero mientras en el multiprocesamiento la ejecución es auténticamente simultánea (cada programa se ejecuta en un procesador independiente), en la multiprogramación es un único procesador el que ejecuta los programas seudosimultáneamente valiéndose de interrupciones, pero sin ejecutar más que un único programa en un instante determinado.

¿Cuáles son los principales tipos de multiprocesadores?

1. Los que se basan en varios procesadores idénticos que funcionan como unidades centrales independientes entre sí.
2. Los que disponen de distintos procesadores periféricos especializados, cada uno de ellos en tareas concretas.
3. Los que utilizan distintos procesadores, pero de forma dinámica, es decir, pueden realizar configuraciones del sistema si es necesario.

¿Cuáles son las principales ventajas aportadas por los multiprocesadores?

El aumento de la eficacia y de la disponibilidad.

¿... y cuáles son los principales inconvenientes?

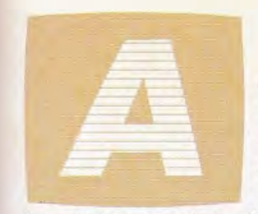
El aumento en las dificultades de comunicación y de interconexión entre los diferentes procesadores.

¿El control dos de tres sólo sirve para asegurar que un resultado es correcto?

No. También puede ser utilizado para realizar la detección de averías, ya que al ser ejecutados procesos idénticos, el procesador que llegue a un resultado distinto de los otros dos se puede considerar averiado.

Teleprocesamiento

Enlace de ordenadores remotos



Actualmente muchas empresas están instalando sistemas de tiempo real. Con ellos los datos pueden almacenarse directamente en el ordenador desde los puntos donde se toman y viceversa, es decir: los ordenadores envían los resultados desde el sitio donde se encuentran hasta el lugar en que se necesitan.

El término «tiempo real» implica que la transmisión se realiza muy rápidamente; los tiempos medios pueden ser de dos segundos, en el caso de que el interlocutor del ordenador sea un ser humano, y de fracciones de segundo cuando la transmisión se efectúa entre dos ordenadores.

El término teleprocesamiento se emplea para describir sistemas en los que se conectan equipos distantes por medio de circuitos de transmisión de datos. Para darse cuenta de la importancia presente y futura del teleprocesamiento, vale con apuntar que según un estudio realizado en 1980, los ordenadores de Estados Unidos transmitieron o recibieron 250.000 millones de transacciones de datos por líneas de telecomunicación.

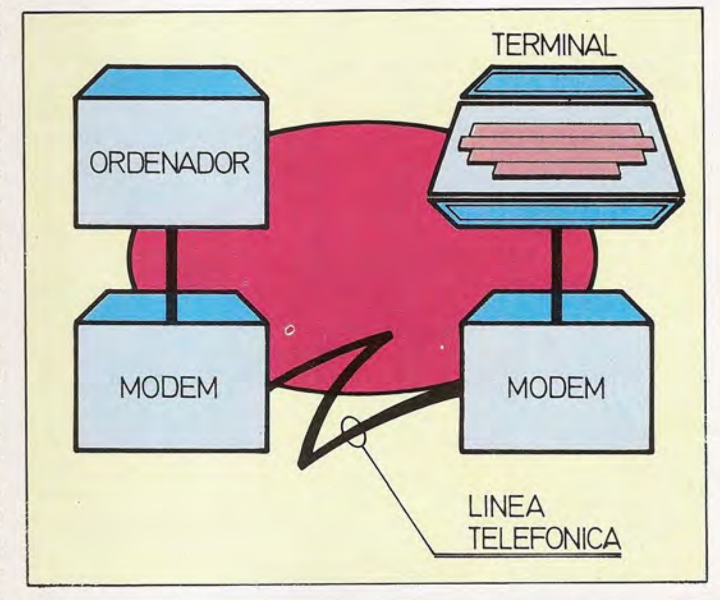
Tipos de sistemas de transmisión

En algunos sistemas de transmisión los datos no tienen por qué ser gestionados en tiempo real, sino que es suficiente con que realicen la transferencia de los datos desde un lugar a otro. En este caso la comunicación puede realizarse en línea o fuera de línea.

En el primer tipo de transmisión los datos van directamente al ordenador y éste es quien controla la transmisión. En el caso de transmisiones fuera de línea, los datos transmitidos no van directamente al ordenador, sino que se almacenan en dispositivos de memoria auxiliar (cintas magnéticas, discos magnéticos, etc.), para su posterior tratamiento.

Evidentemente, los sistemas de transmisión fuera de línea nunca son interactivos, ya que no hay un ordenador conectado con el equipo que envía los datos; por lo tanto, no se puede recibir ninguna respuesta en el equipo origen de la transmisión, aunque sí pueden recibirse señales de control para verificar el correcto funcionamiento de los aparatos implicados y para indicar si la transmisión ha tenido errores.

En cambio los sistemas de transmisión en línea pueden o no ser interactivos. En algunos sistemas el ordenador se limita simplemente a recibir una transmisión en lotes, de forma que no puede cerciorarse de la exactitud de los datos y, en consecuencia, la única respuesta interactiva es la confirmación de la recepción correcta.



El teleprocesamiento consiste en conectar a través de la línea telefónica a dos equipos físicamente alejados entre sí. En la figura se representan los elementos necesarios para conectar un terminal con un ordenador.



Una de las aplicaciones más espectaculares del teleproceso, combinación de computadoras y equipos de comunicación, ha sido realizada en Tokio donde un complejo sistema analiza todos los datos procedentes de la red de 17.000 km de tuberías para el suministro de agua en esta ciudad.

Normalmente, cuando intervienen operadores humanos, los sistemas de transmisión son interactivos. Precisamente, la ausencia de respuesta a una operación realizada por el operador implica que éste no sabe si la ejecución ha sido correcta o incorrecta y, por lo tanto, el sistema está mal diseñado.

Los sistemas interactivos suelen tener un gran flujo de datos entre el equipo terminal y el ordenador, lo que afecta a las técnicas de transmisión utilizadas.

Capacidades de la transmisión

La capacidad de transmisión de un sistema se mide mediante la relación entre la cantidad de datos transmitidos y el tiempo empleado en la transmisión.

La cantidad de datos que se transmiten varía mucho según el sistema: pueden transmitirse ficheros enteros, con lo que la cantidad de datos será muy grande, o puede transmitirse un simple bit de condición (SI o NO), con lo que la cantidad de datos es mínima.

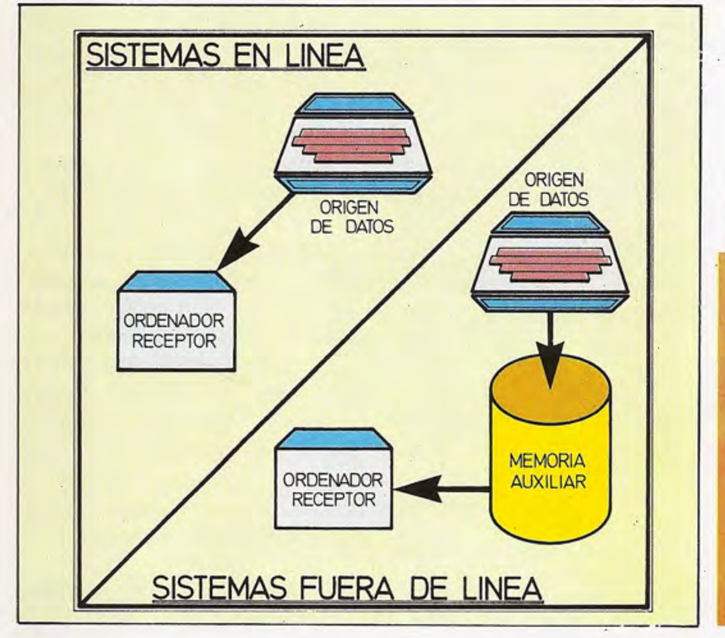
Análogamente, a veces es necesario transmitir rápidamente la información y a veces no es importante que el mensaje llegue pronto al equipo receptor.

Normalmente, cuando se envían lotes de datos para su procesamiento posterior en el ordenador, se puede aceptar una demora relativamente grande. En cambio cuando hay un diálogo entre un individuo y el ordenador, la velocidad de transmisión debe ser necesariamente alta.

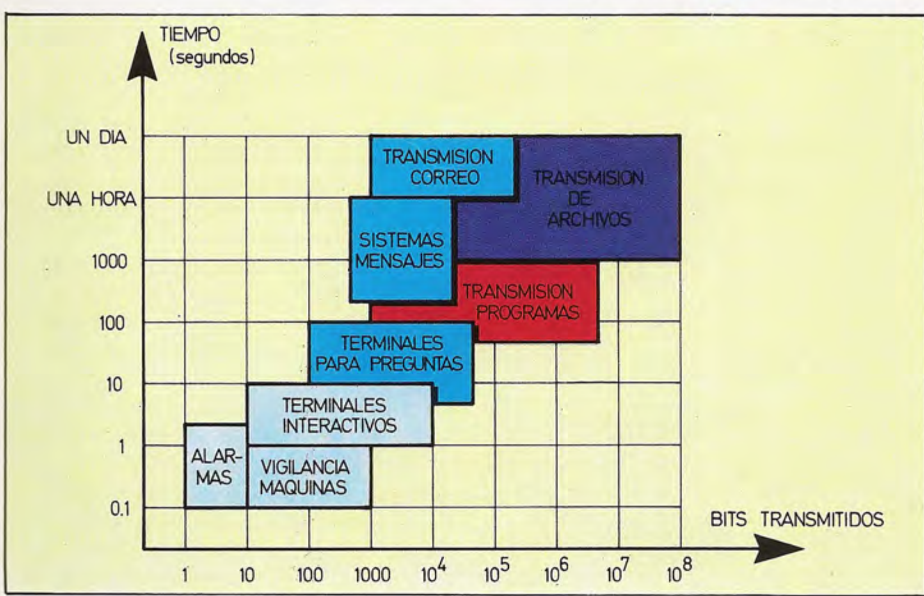
El tiempo de respuesta a un operdor de terminal se puede definir como el tiempo transcurrido desde que el operador pulsó el último carácter de entrada, hasta que el ordenador muestra el primer cáracter de salida (respuesta).

El tiempo de respuesta requerido, como ya señalábamos, varía mucho según la aplicación y puede ser decisivo para realizar el diseño de la cadena de transmisión.

Otro factor importante, a la hora de realizar el diseño del sistema de transmisión, es si los mensajes se enviarán en uno o en ambos sentidos, y quiénes serán los encargados de dialogar en cada uno de los extremos de la línea.



Los sistemas en línea permiten la transferencia inmediata de información al ordenador. Por el contrario, en los sistemas fuera de línea la información se almacena previamente en memorias auxiliares.



En la figura se representan las relaciones deseables entre las cantidades de información enviada y el tiempo transcurrido, según los principales métodos de transmisión de datos.

Partición del tiempo

La mayoría de los sistemas de transmisión con terminales son de tiempo compartido, es decir, varios usuarios utilizan simultáneamente el sistema, para ello la máquina tiene que realizar una partición del tiempo entre los distintos terminales.

Se pueden distinguir tres tipos de sistemas, según el nivel de independencia que ofrezca a los usuarios:

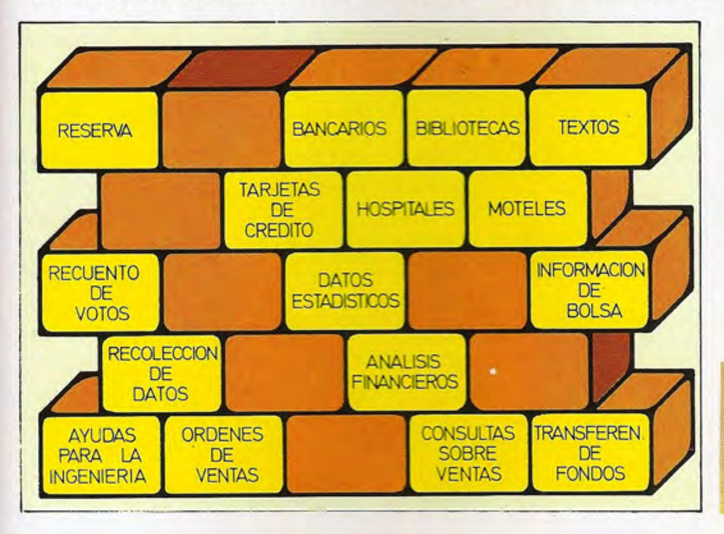
1. Sistemas con función limitada y

específica de antemano en los que todos los usuarios comparten los mismos archivos, con posibilidad de efectuar modificaciones en ellos.

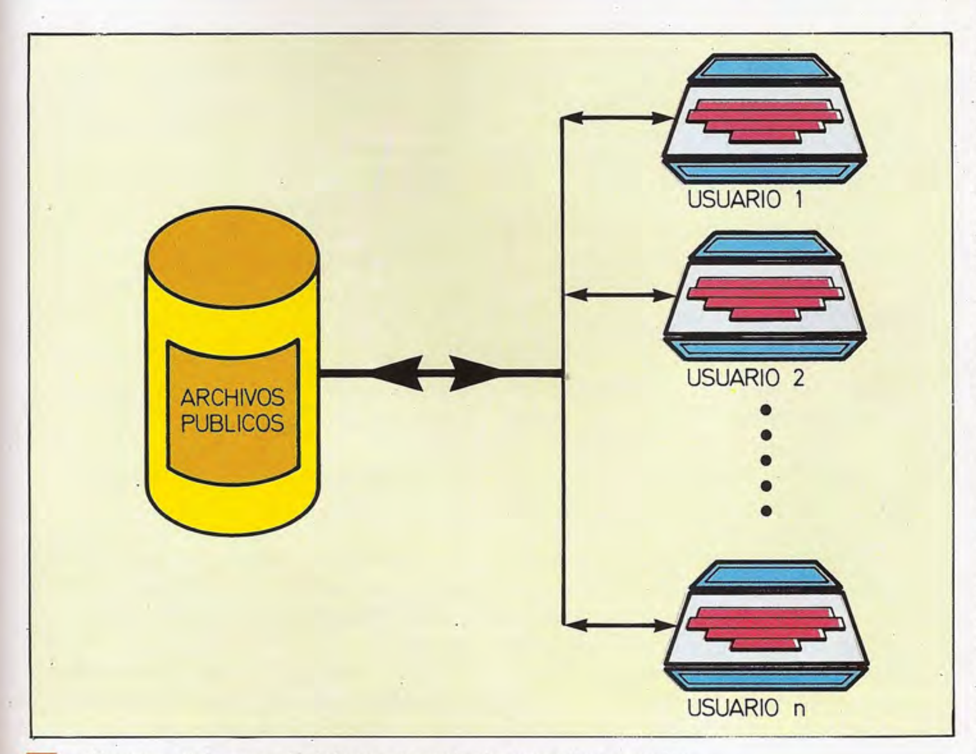
2. Sistemas con función limitada y especificada en la que cada usuario dispone de archivos independientes de su «propiedad». Cualquier usuario puede acceder para operaciones de lectura a los archivos de otro usuario, pero nunca podrá realizar modificaciones en ellos.

3. Sistemas con funciones no especificadas en los que cualquier usuario puede programar lo que desee desde su terminal, siempre que utilice un lenguaje de programación reconocido por el sistema.

Evidentemente, el nivel de independencia de los usuarios obliga a un diseño apropiado del sistema para que la partición del tiempo permita un buen rendimiento del ordenador. Dicho de otra forma: cada uno de los usuarios que están conectados simultáneamente debe percibir –en un tema óptimo– que está trabajando él sólo con el ordenador.



Algunos de los muchos sistemas que trabajan o pueden trabajar en tiempo real.



Algunos sistemas de teleprocesamiento soportan a varios usuarios conectados simultáneamente, permitiendo que todos ellos escriban y lean en cualquiera de los archivos públicos.

Líneas de comunicación

Los individuos que utilizan los terminales conectados al sistema requieren largas pausas para pensar en las transacciones. Además, las operaciones de accionamiento del teclado por parte del operador son mucho más lentas que la velocidad de operación del ordenador.

Por todo ello, es posible conseguir el objetivo que citábamos en el párrafo anterior: «muchos usuarios conectados simultáneamente son atendidos tan eficientemente por el ordenador que ignoran la presencia de los restantes usuarios». La clave para realizar esta gestión eficientemente son las líneas de comunicación, que deben ser compartidas por muchos usuarios. Las líneas telefónicas actuales pueden manejar unos 4.800 bits por segundo, sin embargo existen otros tipos de líneas de comunicación, como las líneas transportadores T1 del sistema Bell, que pueden llegar a manejar hasta 56.000 bits por segundo. Es de suponer que en un futuro próximo la posibilidad de compartir líneas de comunicación será mucho mayor, ya que la capacidad de transmisión de cada línea también será mucho más grande.

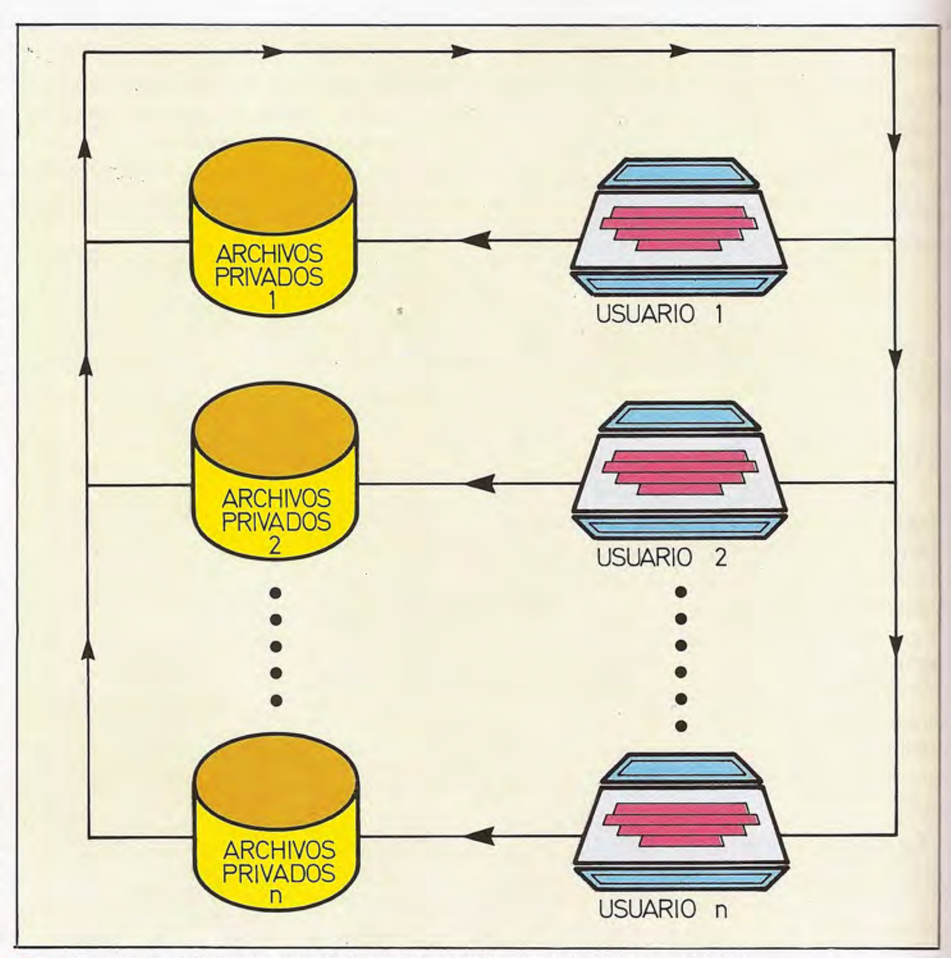
El nivel de independencia de los usuarios depende mucho del tipo de línea de comunicación que compartan.

Con algunas líneas todos los usuarios deben utilizar el mismo tipo de terminal, con el mismo procedimiento de control de línea. Con otras líneas los terminales pueden ser de distinto tipo, pero utilizando la misma clase de caracteres. Otras líneas llegan a permitir que los terminales sean completamente independientes, e incluso que utilicen distintos repertorios de caracteres.

En definitiva, existen muchos tipos de

sistemas de transmisión, en línea o fuera de línea, interactivos o no interactivos, etc. que permiten satisfacer las distintas necesidades de los usuarios.

Probablemente el teleprocesamiento sea una de las ramas que más evolucionarán en los próximos años. Las instalaciones telefónicas que en la actualidad se utilizan para los sistemas de transmisión entre ordenadores, sucumbirán y serán sustituidas por nuevas instalaciones de comunicación. La mayoría del personal dedicado a la informática tendrá relación, en mayor o menor medida, con las técnicas de comunicación.



En otros sistemas, por el contrario, cada usuario dispone de sus archivos propios en los que tan sólo él puede escribir. Las operaciones de lectura sobre archivos ajenos o propios podrán realizarse mediante la previa autorización.

Distorsiones en la línea de comunicación

Los datos, que debieran transmitirse mediante impulsos *limpios y cuadrados,* se distorsionan en su camino a través de las líneas de comunicación por efecto de propiedades de los conductores eléctricos, como son la resistencia, capacitancia e inductancia. En todo caso, si la velocidad es lenta, las distorsiones no llegan a evitar que en el punto de destino se pueda interpretar el mensaje que, aunque desfigurado, sigue pareciéndose mucho al mensaje original. Existen dos velocidades que marcan la frontera entre las distorsiones aceptables e inaceptables; estas son las siguientes:

1. Si se transmiten dos impulsos por segundo, el mensaje podría ser recibido correctamente por un ser humano.

2. Si se transmiten diez impulsos por segundo, el mensaje sólo podría ser recibido mediante un equipo receptor sensible.

Estas velocidades se han determinado sin tener en cuenta que los impulsos se debilitan según avanzan por la línea de comunicación. Para vencer este problema existen dos posibilidades: aumentar la potencia de la señal o disminuir la velocidad con la que se transmiten los impulsos.

Ruido térmico

Además de todos los problemas expuestos anteriormente, hay que considerar uno nuevo: los ruidos de la línea. En todos los circuitos electrónicos se produce constantemente un fondo de ruidos aleatorios que se suelen llamar ruidos térmicos. Los átomos y las moléculas de todas las sustancias vibran continuamente con un movimiento que aumenta con el calor; por lo tanto, cuanto más alta sea la temperatura mayor será el ruido térmico.

El motivo del surgimiento del ruido es que los átomos, a medida que vibran, difunden ondas electromagnéticas. Como resultante se produce un conjunto caótico de ondas electromagnéticas de todas las frecuencias, que son las que originan el *ruido de fondo.*

Las señales se envían por las líneas de comunicación junto con este fondo de pequeña pero continua variación aleatoria.

Cuando el ruido térmico es audible, su percepción se asemeja a un zumbido. Por ejemplo, si se aumenta al máximo el volumen en un receptor de radio de frecuencia modulada, cuando no se recibe ningún programa, podremos oír el ruido térmico.

Para evitar que el ruido se mezcle inseparablemente con la señal enviada, es indispensable que la intensidad de la señal no disminuya en exceso. Este proceso es irreversible, ya que si la intensidad de la señal baja hasta el nivel del ruido térmico, y es amplificada posteriormen-

te, también se amplificará a la vez el ruido.

De lo anterior se deduce que si se transmite con demasiada rapidez o demasiado lejos, la señal se ahogará con el ruido térmico y sólo se recibirá un mensaje incongruente, como el que se puede ver en la figura adjunta.

Canales de transmisión digital

Teniendo en cuenta todos los factores apuntados anteriormente y que el objetivo es transmitir información únicamente digital a la mayor velocidad posible, es necesario que los canales de transmisión dispongan, a determinados intervalos de distancia, de repetidores capaces de detectar los bits que reciben y volver a transmitirlos con la misma intensidad original. Para ello, *capturan* la corriente de bits y luego la separan del ruido antes de que se confundan las dos señales.

En la práctica, los repetidores son pequeños dispositivos de estado sólido, que resultan baratos y no encarecen demasiado la instalación necesaria para realizar el teleprocesamiento.

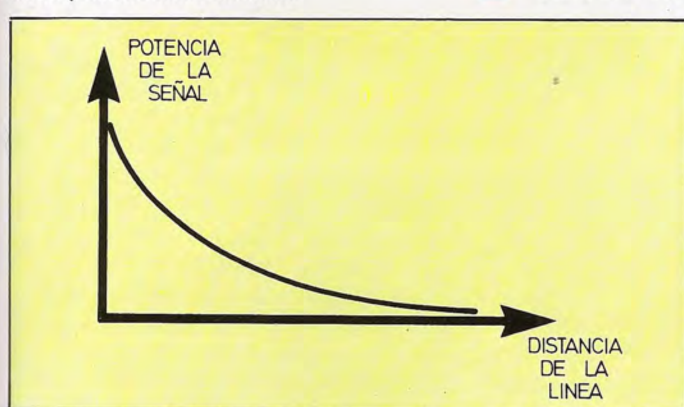
Es importante destacar que las líneas digitales sólo pueden transmitir bits y, por lo tanto, no sirven para enviar conversaciones, a menos que sean convertidas previamente en bits.

Líneas telefónicas

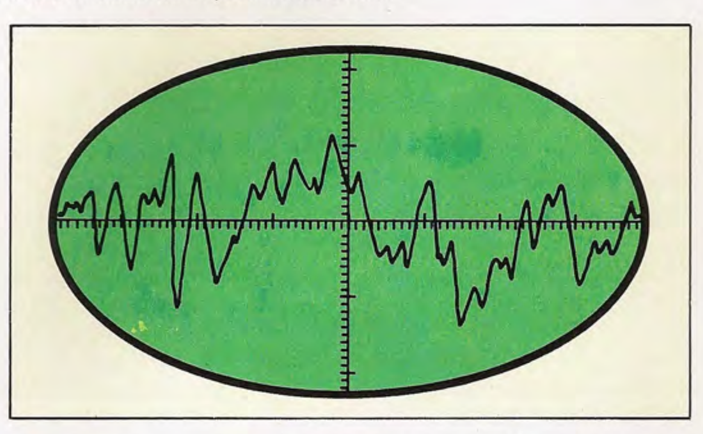
Para aprovechar la infraestructura de líneas telefónicas ya existentes, éstas se han utilizado como canales para la transmisión de información digital. El problema surge al no ser posible, con las líneas telefónicas, amplificar la señal cuando ésta se debilita (son líneas analógicas y no digitales), puesto que se amplificaría tanto la señal como la distorsión y el ruido.



Una cadena de impulsos «limpios y cuadrados» se convierte, debido a las características eléctricas de la línea de transmisión, es una cadena de impulsos deformes.



Esta curva, de tipo logarítmico, refleja el comportamiento de la intensidad o potencia de la señal respecto a la longitud de la línea. Como puede observarse, aunque la señal sea fuerte en origen se produce una rápida atenuación con la distancia.



Cuando se realiza una transmisión a alta velocidad o bien a larga distancia, la señal se mezcla con el ruido térmico. En este caso resulta imposible deducir de la señal resultante la cadena de impulsos «limpios y cuadrados» que se emitió en el origen.

Las líneas analógicas utilizan una gama continua de frecuencias. La amplitud de la señal varía muy rápidamente, así como la velocidad de oscilación o frecuencia de la señal, la cual se mide en ciclos por segundo.

El oído humano puede percibir sonidos con frecuencias que varían entre 30 y 20.000 ciclos por segundo; si bien, los circuitos telefónicos no transmiten esta gama completa por resultar innecesaria para entender y reconocer el habla (normalmente sólo transmiten entre 300 y 3.400 ciclos por segundo).

Así pues, surge el problema de cómo transmitir información digital por canales analógicos. Para resolverlo es necesaria la intervención de un nuevo equipo: el modem.

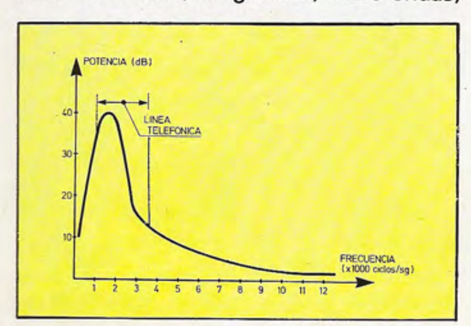
El modem

Un modem (modulador-demodulador) sirve para convertir las señales de tipo digital (pulsatorio) que produce el ordenador en una gama de frecuencias apropiada para que pueda ser transmitida a través de una línea analógica de comunicación (como es el caso de la línea telefónica).

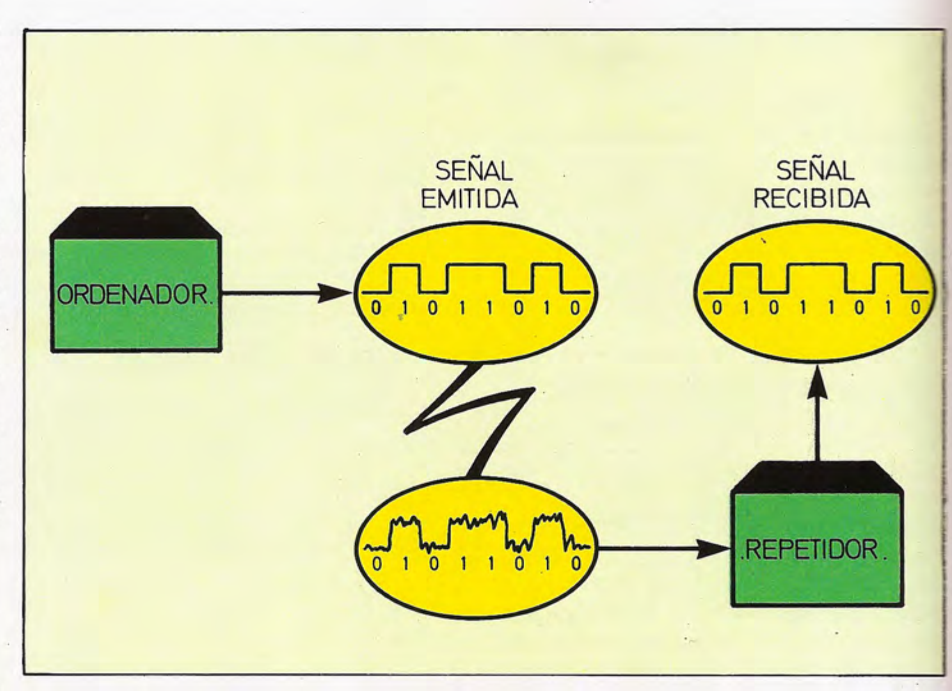
En el otro extremo de la línea otro modem realiza la operación contraria; es decir, convierte esa gama de frecuencias en una corriente de pulsos rectangulares.

Anchura de banda

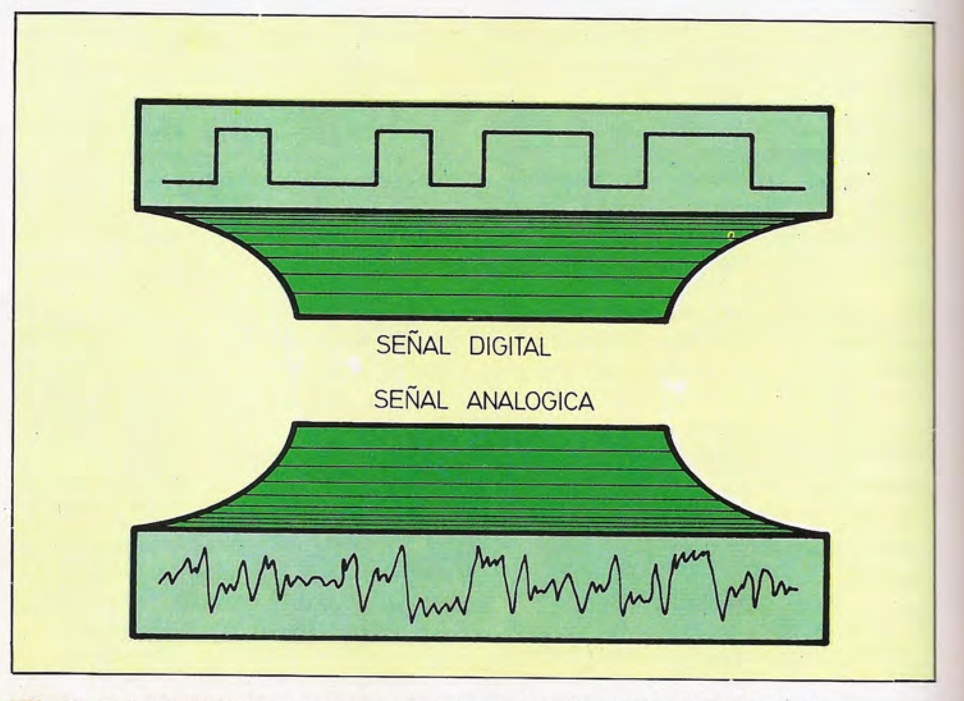
Los distintos medios utilizados en los procesos de telecomunicación, como líneas telefónicas, telegráficas, micro-ondas,



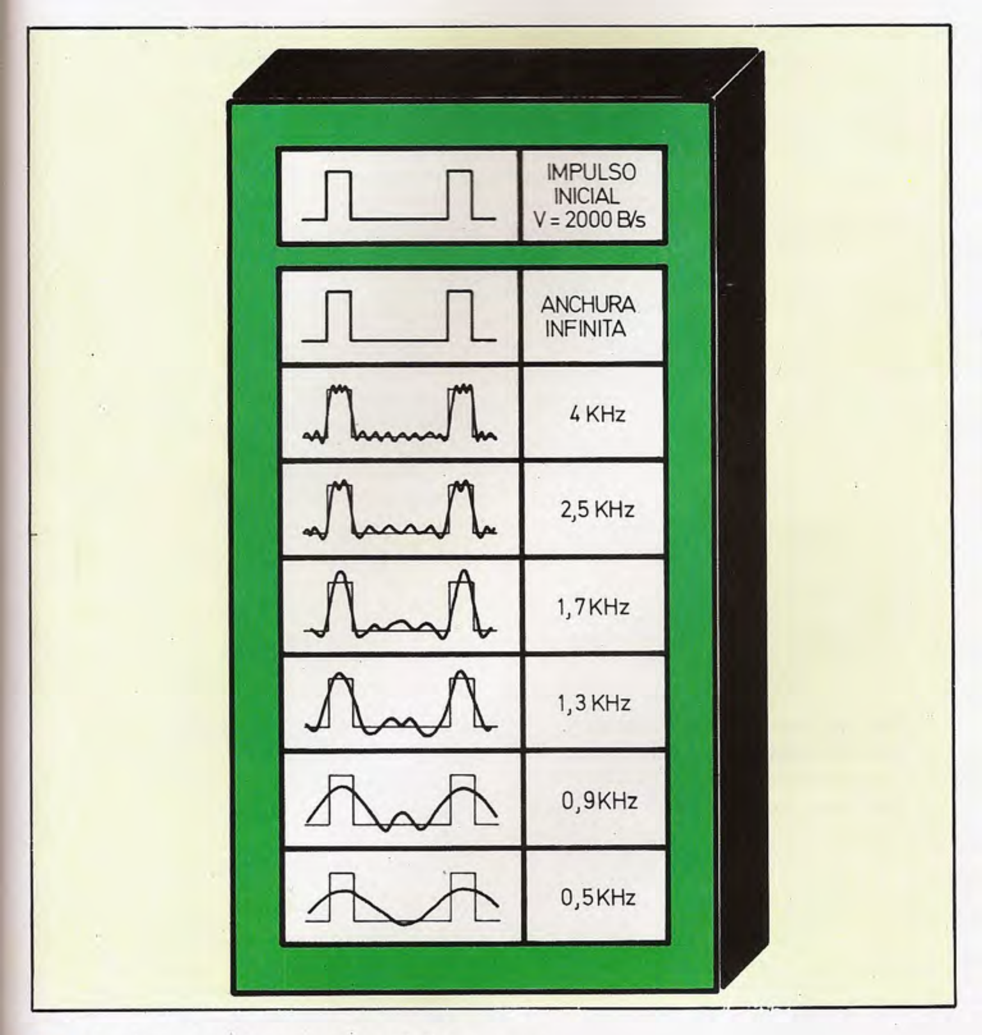
Espectro de frecuencias cubiertas por la voz humana. Para la transmisión telefónica de una conversación.



En las líneas digitales de comunicación se colocan, a intervalos constantes de distancia, una serie de repetidores que regeneran la señal inicial.



En la figura se puede comparar la representación gráfica de una señal analógica con la correspondiente a una señal digital. Como se puede comprobar, en el primer caso la gama de frecuencias es continua, mientras que en el segundo es discreta.



Aquí pueden observarse los distintos pasos de deformación de una señal a medida que disminuye la anchura de banda.

etc. varían mucho en sus capacidades de transmisión. Un ejemplo clásico lo constituye la comparación entre el cable coaxial y un sencillo par de alambres: en el primer caso se puede transmitir mucha más información que en el segundo.

El dato inicial del que se parte para diseñar la instalación digital de teleprocesamiento es el número de bits por segundo que se desean transmitir.

En cuanto al diseño de la parte analógica, es fundamental tener en cuenta las características del modem utilizado para las conversiones analógico/digitales. Se define la anchura de banda de un canal como la diferencia entre la frecuencia más alta que puede transmitir y la frecuencia más baja. Por ejemplo, la anchura de banda de las líneas telefónicas usuales es de 3.400-300=3.100 ciclo por segundo. La unidad asociada a la medida de frecuencias y equivalente a un ciclo por segundo es el Hertzio. Y, por supuesto un Kilohertzio representa 1.000 Hz o 1.000 ciclos por segundo.

La anchura de banda no revela los valores de las frecuencias de transmisión, sino que sólo indica la anchura de la gama de frecuencias canalizables.

La capacidad de un canal analógico para transmitir información es proporcional a su ancho de banda. Por ejemplo, un canal de transmisión de 40 KHz puede transmitir cuatro veces más bits por segundo que uno de 10 KHz.

Para saber más

¿En qué consiste el teleprocesamiento?

En conectar equipos situados físicamente lejos mediante circuitos de transmisión. De esta forma se consigue que la información producida por un ordenador pueda ser tratada por otro ordenador, o por una persona situada a muchos kilómetros del ordenador de origen.

¿Qué significa tiempo real dentro del ámbito informático?

Significa que la transmisión de la información se realiza tan rápidamente que se recibe prácticamente en el mismo instante en que se emite. Precisamente por esto se les denomina sistemas de tiempo real.

¿Cuáles son los principales tipos de sistemas de transmisión?

Se puede distinguir los siguientes:

1. Sistemas con transmisión en línea, que son los que envían los datos directamente al ordenador.
2. Sistemas con transmisión fuera de línea, que utilizan memorias auxiliares para almacenar los datos a utilizar posteriormente por el ordenador.
3. Sistemas interactivos, que admiten que el usuario «dialogue» con el ordenador.
4. Sistemas no interactivos, que procesan las órdenes dadas por el usuario por lotes, sin permitir diálogo mientras se ejecutan.

¿Cómo se mide la capacidad de transmisión de un sistema de teleprocesamiento?

Mediante la relación de dos parámetros: la cantidad de datos transmitidos y el tiempo necesario para dicha transmisión.

Cuando varios usuarios comparten un mismo sistema de comunicación, ¿qué niveles de independencia pueden tener?

Existen tres niveles de independencia:

1. Independencia limitada, pudiendo utilizar unos programas concretos y leyendo y escribiendo en archivos públicos.
2. Independencia limitada, con utilización de archivos privados y posibilidad de leer en archivos ajenos.
3. Sistemas con independencia total, en los que cada usuario puede producir sus propios programas.

Capacidad máxima de un canal

Si se intentan enviar datos con un ancho de banda determinado en una proporción demasiado alta, los datos se volverán incongruentes y difíciles de interpretar. En la figura se ilustra un ejemplo de lo que ocurre. Se envía una secuencia binaria compuesta por los bits 0010000100, en forma de impulsos cuadrados y con una proporción de 2.000 impulsos por segundo.

Para que la transmisión fuera escrupulosamente perfecta sería necesario un ancho de banda infinito. A medida que se reduce la anchura de banda, disminuye el parecido de la señal respecto al patrón inicial. En una anchura de banda de 4 KHz las señales tendrán una pequeña distorsión; a 1.300 Hz la distorsión ya es considerable, aunque aún se puede reproducir el mensaje inicial. A 900 Hz haría falta ya un circuito electrónico especial para poder «entender» el mensaje; y a 500 Hz la señal está demasiado desfigurada como para obtener el patrón inicial con exactitud.

En la actualidad la mayoría de los sistemas de teleproceso funcionan normalmente con transmisión analógica, debido a que durante muchos años se han invertido miles de millones de pesetas en líneas de este tipo. Sin embargo, si la tecnología sigue avanzando lo suficiente como para reducir costes, en un futuro no muy lejano se impondrán definitivamente los sistemas de transmisión digital. Probablemente, las conversaciones telefónicas, la música, las señales de imágenes, etc. que hasta ahora han utilizado canales analógicos, se incorporarán progresivamente a las líneas digitales.



Tipos de líneas de comunicación

Existen tres tipos principales de líneas de comunicación:

1. Líneas SIMPLEX, que son las que sólo transmiten en una dirección.
2. Líneas SEMI-DUPLEX, que pueden transmitir en las dos direcciones, pero sólo en una dirección cada vez.
3. Líneas DUPLEX, que pueden transmitir en las dos direcciones, incluso simultáneamente.

Evidentemente, una línea dúplex equivale a dos líneas símplex, usándose en direcciones opuestas.

La principal desventaja de las líneas semi-dúplex es que, si se desea que los datos viajen en ambas direcciones, por ejemplo, entre un ordenador y un operador situado a distancia de él, cuando el ordenador termina de transmitir habrá que invertir la dirección de la línea para que el operador pueda comunicarse con el ordenador. Esta operación en la línea hace que la transmisión sea más lenta.

Las transmisiones símplex y semi-dúplex requieren dos conductores para completar un circuito eléctrico. Como de alguna forma se puede decir que una línea dúplex está compuesta por dos líneas símplex, cada una de las cuales va en una dirección, normalmente se necesita un circuito de cuatro conductores para realizar una transmisión dúplex completa, aunque en algunos casos se puede realizar tan sólo con dos conductores.



Para saber más

¿Cuáles son los principales factores que influyen en la distorsión de las señales transmitidas en los sistemas de teleprocesamiento?

Cuanto mayor es la velocidad o la distancia, mayor es la distorisión producida sobre las señales originales.

¿Qué es el ruido térmico?

Es el ruido producido en los circuitos electrónicos debido a que los átomos que componen los materiales utilizados vibran y difunden ondas electromagnéticas de distintas frecuencias.

¿Qué incidencia tiene el ruido térmico sobre las señales enviadas?

Se mezclan y dificultan la reproducción del mensaje original.

¿Se puede mantener la intensidad inicial cuando la distancia que tienen que recorrer los datos en una línea digital de comunicación es muy larga?

Sí. Mediante la colocación de repetidores cada cierta distancia se puede conseguir que la señal no pierda intensidad por muy largo que sea el canal por el que circula.

¿Se pueden amplificar las señales en las líneas telefónicas?

No. Al realizar la amplificación de la señal recibida se amplifica también el ruido térmico y las distorsiones producidas, con lo que la dificultad de interpretación se mantiene constante.

¿A qué se llama frecuencia?

A la velocidad de oscilación de una señal. Se mide en ciclos por segundo o hertzios.

¿A qué se llama anchura de banda de un canal?

A la diferencia entre la máxima y mínima frecuencia que se puede transmitir por el canal.

¿Tiene alguna relación la anchura de banda de un canal y la capacidad de transmisión del mismo?

Sí. La capacidad de transmisión de información es proporcional a la anchura de banda.

¿Cómo se puede determinar la capacidad máxima de un canal?

Precisamente en función de la anchura de banda de dicho canal. Si W es la anchura de banda del canal, S es la intensidad de la señal y N la intensidad del ruido térmico, la capacidad máxima del canal viene dada por la expresión de Shannon:

$$W \log_2 (1 + \frac{S}{N})$$

Telemática

La síntesis de informática y telecomunicaciones



Dentro del argot informático, una de las palabras que está de moda es telemática. A lo largo de la historia, los ordenadores han producido en el no especialista en informática distintas reacciones: asombro, desencanto, temor... Afortunadamente, en la actualidad esas reacciones son cada vez menos frecuentes.

La aparición de equipos más fáciles, tanto de utilizar como de programar, ha permitido que el usuario final acepte el ordenador y la informática como lo que realmente es, una poderosísima herramienta de trabajo.

Los primeros pasos hacia la teleinformática

Las empresas de todo tipo que decidieron mecanizarse individualmente hace apenas una docena de años, comenzaron a aprovechar las ventajas que les ofrecían los sistemas de comunicación al separar el lugar físico donde se manejan los datos del lugar donde éstos se procesan.

En esa época los centros de proceso de datos, además de encargarse del tratamiento de la información individualizada, permitían la comunicación inter-empresas de ordenador a ordenador, o más propiamente dicho: de sistema informático a sistema informático.

Este nuevo servicio solicitado a la informática implicaba solucionar problemas que no le eran propios, como salvar las distancias físicas y lógicas que separan a los distintos equipos implicados en un macrosistema de información.

La resolución de este problema conlleva la utilización de tecnología de telecomunicaciones y, debido a la falta de un nexo entre ambas ciencias –telecomunicación e informática– surgieron difíciles problemas que en su momento parecían irresolubles, pero que, poco a poco, se han ido venciendo.

En la actualidad la teleinformática es una ciencia mixta, cuyos técnicos deben tener una formación ambivalente en informática y comunicaciones.

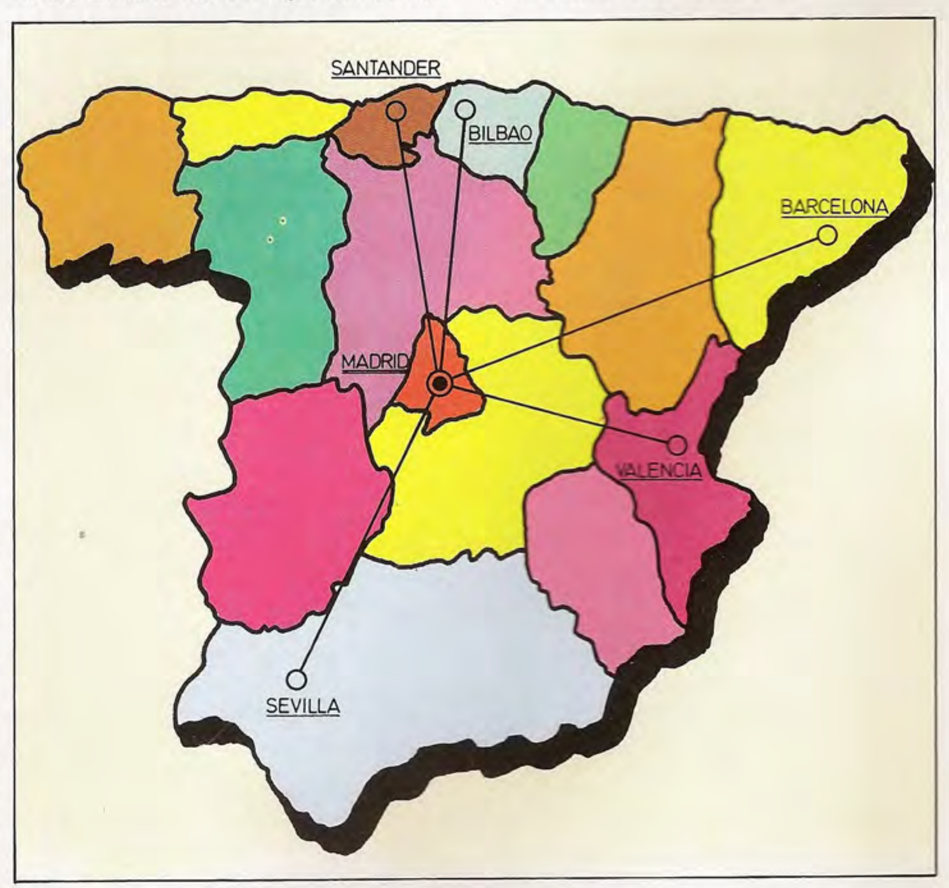
Un usuario de sistemas telemáticos que necesite localizar una determinada bibliografía en cualquier punto de Europa, puede acceder a un centro bibliográfico conectado a la red internacional y obtener así toda la información mundial relacionada con el tema solicitado. Para ello es necesaria la colaboración de la informática, la cual se encargará de que la búsqueda en las distintas bases de datos se realice rápidamente. Y de la telecomunicacion, que permitirá que los programas de búsqueda puedan examinar tanto las bases de datos ubicadas en el país de origen del usuario, como cualquier otra localizada incluso en distinto continente.

Definición de telemática

Con la aparición de la telemática, en muchos casos no sólo no han disminuido las dificultades, sino que han aumentado. En los sectores industriales existen unos períodos de amortización que en ningún caso pueden ser cumplidos con la infraestructura necesaria de comunicaciones.

La tecnología cambia constantemente y hace que, en pequeños períodos de tiempo, instalaciones costosísimas que aún no han sido amortizadas queden obsoletas. Los organismos que tienen a su cargo la explotación de las redes de comunicación están haciendo considerables esfuerzos para satisfacer la demanda de redes de comunicación para la transmisión de datos, teniendo en cuenta los anteriores factores económicos.

Para evitar que los costos de comunicación sean tan grandes que resulte prohibitiva su utilización, se está utilizando la red telefónica para la instalación de redes de teleproceso, aunque, sin ninguna duda, este no es el «camino» idóneo para enviar la información.



Las primeras redes telemáticas se limitaban a comunicar distintos centros informáticos dentro de un mismo país. En cada centro existían dos tipos de ordenador: uno para la gestión de la base de datos y otro especializado en las comunicaciones.

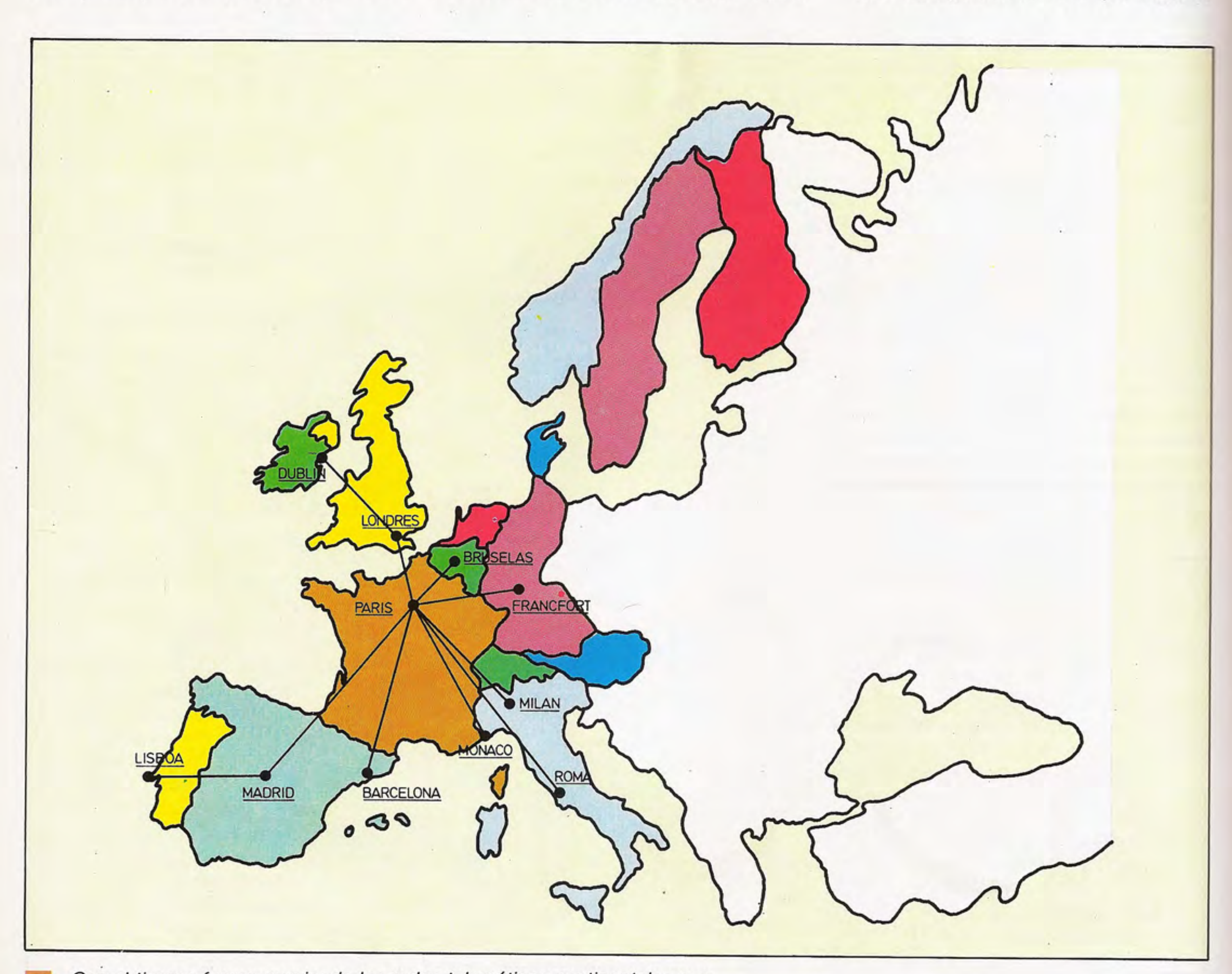
Como antes se apuntaba, para que el ordenador dejara de ser un simple procesador de datos y pasara a convertirse también en un instrumento de comunicación, ha sido necesaria la colaboración de dos ciencias: las TELEcomunicaciones y la inforMATICA. De la conjunción de estas dos denominaciones, nació el término telemática, disciplina cuyo principal objetivo es permitir al hombre el manejo integral de la información.

La palabra telemática ha sido objeto de fuertes controversias en cuanto a su adecuación al concepto que quiere representar. Su principal defecto es que no hace referencia expresa a la información; precisamente por ello se han buscado nuevos términos como telebernética, teleinformática, etc. No obstante, el término telemática está ya lo suficientemente extendido como para imposibilitar su reconsideración.

Redes telemáticas

Se ha mencionado ya la sencillez y economía que resulta de la colaboración entre la informática y la red telefónica. Si como parece previsible, se extiende la distribución de emisiones de televisión por cable, en un futuro próximo será posible que la utilización de esa red sea compartida por la telemática. Incluyendo en la red los ordenadores de las instalaciones públicas (hospitales, estado de carreteras, información general...) el usuario podrá obtener información e incluso actuar sobre un determinado tema, por ejemplo, realizando el pedido al supermercado de forma interactiva.

Los dos países en los que más ha



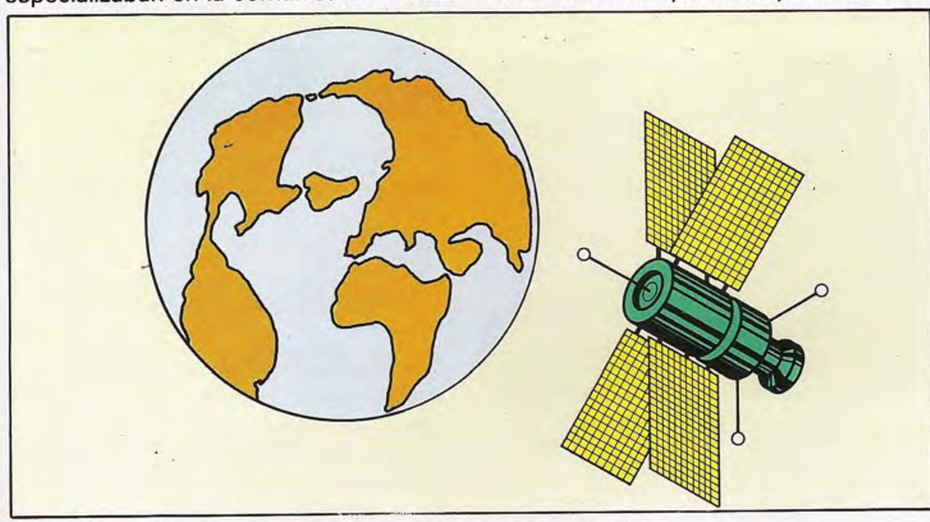
Con el tiempo fueron surgiendo las redes telemáticas continentales que comunicaban entre sí los principales puntos de cada país y desde estos puntos se realizaba posteriormente la comunicación con la red internacional.

avanzado la telemática son Estados Unidos y Francia.

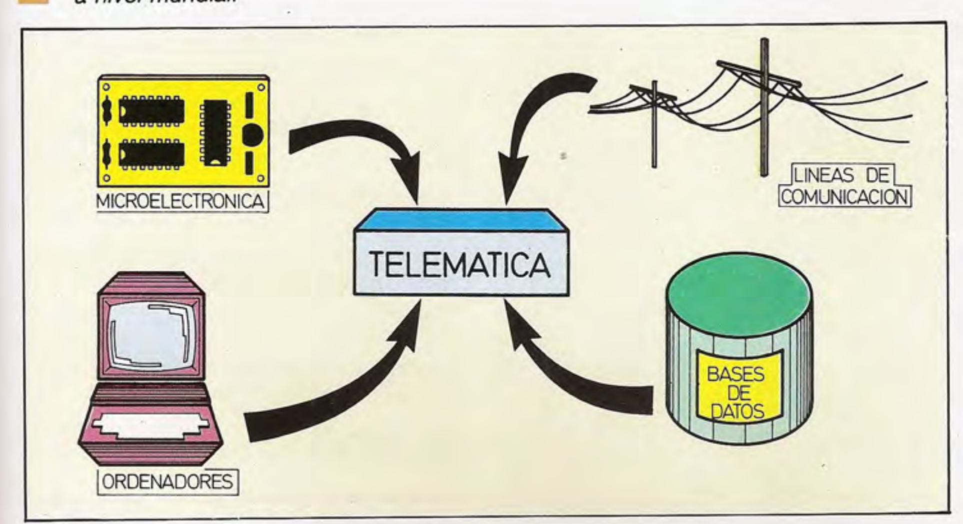
En principio, en Estados Unidos se comenzó por interconectar unos pocos ordenadores de centros de investigación para que cualaquiera pudiera disponer de los resultados producidos por el resto.

El sistema se basaba en dos tipos distintos de ordenadores, unos se utilizaban de forma tradicional, es decir, para actualizar las bases de datos y solicitar información, mientras que los otros se especializaban en la comunicación. Esta red americana fue creciendo rápidamente y en la actualidad están conectados entre sí los principales centros del mundo occidental.

En cuanto a Francia, el auge de la telemática comenzó en 1976 cuando el presidente Giscard solicitó al inspector general de finanzas un informe sobre la informática. Dos años más tarde el presidente recibió un contundente y extenso informe en el que por primera vez apareció el término telemática (telematique), que causó un enorme interés. En este informe se apuntaba que la telemá-



Mediante la utilización de los satélites de comunicaciones, la telemática ha visto incrementadas de forma muy notable sus posibilidades a nivel mundial.



Los cuatro pilares en los que se basa la telemática son: los ordenadores, la microelectrónica, las líneas de comunicación y las bases de datos.

Interblocaje

Cuando varios procesos se encuentra atascados esperando cada uno de ellos a que se cumplan unas condiciones que dependen de los otros procesos y nunca se van a cumplir, se dice que se está produciendo un interblocaje.

Si se prepara el sistema para evitar el interblocaje se produce una pérdida de eficiencia, por lo que en cada instalación se debe decidir si se corre el riesgo de que se produzca el interblocaje o se sacrifica parte de la eficiencia a cambio de seguridad.

Existen cuatro condiciones que permiten eliminar el interblocaje, cumpliendo una sola de ellas se garantizará el buen funcionamiento del sistema:

1. *Exclusión mutua en el uso de los recursos.*

Los recursos generalmente no pueden ser compartidos, excepto la memoria.

2. *Asignación de los recursos «paso a paso».*

Si a un proceso se le asignan todos los recursos que va a necesitar no puede haber interblocaje. Esta condición sí puede ser conseguida, pero la eficiencia del sistema baja muchísimo.

3. *Ausencia de reentrancia.*

Que no haya reentrancia implica que un proceso sólo puede ceder un recurso por su «propia voluntad». Esta condición es fácilmente conseguible, pero también hace perder eficacia al sistema.

4. *Exclusión de espera circular.*

Haciendo que las peticiones de recursos sigan un orden fijo, se evita la circularidad. Para conseguir esta condición se puede marcar un orden prefijado por el sistema o fijar un algoritmo que permita establecer un orden dinámico. Esta es en la práctica la forma más sencilla de evitar el interblocaje.

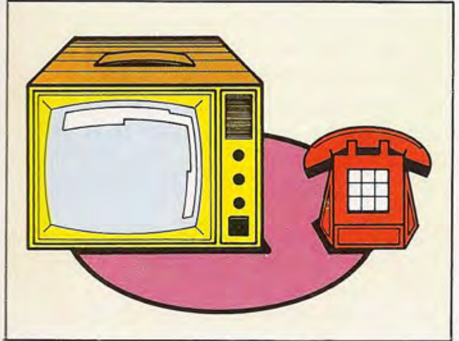
tica no sólo era una herramienta como lo había sido antes la informática, sino que podía suponer una verdadera revolución social. En dicho informe se decía textualmente: «La red telemática, a diferencia de la red eléctrica, no conducirá una corriente inerte, sino que conducirá la información, es decir, el poder.»

También se argumentaba la posibilidad de imponerse en esta nueva ciencia como estrategia para poder dialogar de igual a igual con IBM.

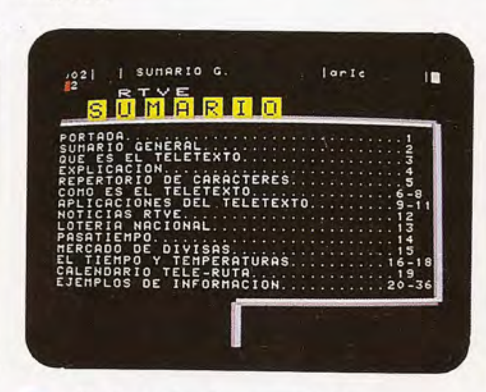
No sólo es en estos dos países donde se investiga acerca de la telemática. En 1978, los laboratorios de la British Post Office consiguieron la integración de televisión e informática, bautizándola como Viewdata; disciplina que en España se ha traducido como Vídeo-texto.

La Compañía Telefónica Nacional de España también ha dado importantes pasos, y aprovechando el campeonato mundial de fútbol de 1982 se hizo un lanzamiento internacional de los productos telemáticos españoles.

Los principales servicios ofrecidos por la CTNE son el servicio Teletex, el servicio público de conmutación de mensajes, servicio de alarmas, servicio facsímil, etc.



Los medios utilizados en los hogares convencionales para conectar con las redes telemáticas son el televisor y el teléfono.



Al abonado de un servicio telemático doméstico se le facilita un pequeño teclado con el que puede seleccionar la información que merece su interés.



Los usuarios de una base de datos no necesitan conocer ningún lenguaje de programación para realizar sus consultas. Basta con que se dejen llevar por las preguntas que les hace el sistema.



Para saber más

¿Qué diferencia existe entre computación y tratamiento de la información?

El término computación hace referencia a la resolución de problemas mediante un ordenador, mientras que tratamiento de la información es un término mucho más amplio, no incluye sólo el cálculo a partir de unos datos, sino que también se encarga de la gestión, la transmisión, etc.

¿Qué diferencia existe entre informática y telemática?

La informática se encarga de resolver problemas de computación, mientras que la telemática, además del proceso de datos, se encarga de la transmisión de la información.

¿Cuáles son los principales ingredientes de la telemática?

La palabra telemática tiene por origen los nombres de las dos técnicas en las que se basa: telecomunicaciones e informática. Si tenemos que destacar los principales campos que abarca citaremos: ordenadores, comunicaciones, microelectrónica y bases de datos.

¿Con qué otros nombres se conoce a la telemática?

Teleinformática, telecomputación, telebernética, etc. No obstante, el término más extendido es, sin duda, el de telemática.

¿Qué implicación ha tenido la telemática en los centros de proceso de datos?

La aparición y evolución de los centros de proceso de datos alejó progresivamente la informática de los usuarios finales. Sin embargo, este distanciamiento ha comenzado a desaparecer, ya que la telemática ha supuesto la aparición de un nuevo tipo de informática a la que podemos calificar de «informática de consumo».

¿De qué medios se sirve la telemática?

Los aparatos que normalmente se utilizan en un hogar para conectar con el mundo exterior son el teléfono y el televisor. Estos mismos son los medios utilizados por la telemática como puntos terminales de las redes.

Indice temático

El nacimiento de la informática

Ordenadores, minis y micros

La arquitectura de los ordenadores

Del microprocesador al microordenador

Estructura de un sistema microordenador

Unidades de memoria

La memoria central de los microordenadores

Unidades de entrada/salida

Evolución de los dispositivos periféricos

Los modernos soportes de información

